



カードゲームにおける空中像インタラクションの研究

電気通信大学 情報学専攻

助教 小泉 直也

1. はじめに

カードゲームはアニメーション等で扱われる人気のあるコンテンツであり、テレビゲーム・玩具・アーケードゲームなど各種ゲームメディアに展開されている。本研究はアニメ表現で見られるような、カードを机に置くとキャラクターが表示され、それを操作することのできるしくみを提案・構築する。このようなしくみの実現方法としてモバイルディスプレイやHMDを使用したAR環境での実写とCGの合成も考えられる。しかしこの方法ではディスプレイ画面を用いなければCGキャラクターを見ることができない。そこで、本研究では空中像光学系によってカードゲーム(実物体)とキャラクター(CG)の一体化を実現する。

空中像提示光学系としては EnchanTable[1]と呼ぶテーブルトップ型空中像光学系を使用する。この装置はテーブルトップ面上に空中像を前後・上下・左右に動かしながら表示することができる。しかし、現状ではRFIDによるカードID情報の読み取りに応じて、予め準備していた情報を投影するディスプレイとしての研究にとどまっている。そこで、カードのID・位置・角度の読み取りを実現するために、テーブルトップ面として反射可能なタッチスクリーンを用いて、そこから座標値を取得し、空中像のコントロールに用いる手法を導入する。

2. 提案手法

本研究では、山本らの提案した EnchanTable[1]の光学系を使用した。空中像の光源となるディスプレイの光は、AIPによって反射された後に、液晶表面の光沢面で反射することによって、タッチスクリーン上に結像する。

本研究ではこのタッチスクリーン上に結像した空中像を、池田らによって提案されているタッチスクリーンの導電パターン配置を採用したカードを用いて操作する。本システムの構成を図1に示す。

基本的には、タッチスクリーンで取得した座標情報をもとに空中像の移動量を決定し、XYプロッタに送信した。タッチスクリーンは投影型静電容量方式で10点検出可能な P2314T (DELL) を使用した。また使用した XY

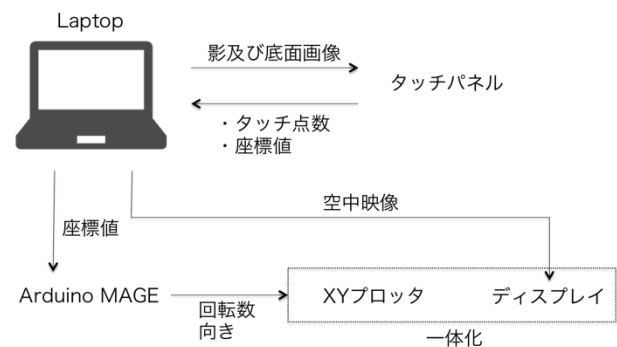


図1 提案システムの構成

プロッタはSmartDIYのSmart Laser Miniをベースに、レーザーを取り外し小型プロジェクタ (Exquizon GP1S、500ルーメン) を使用した。

空中像及び光源の位置制御は、フレーム毎にヘッダ及びXYの座標の計3byteのデータをlaptopからArduino Megaに送信し、Arduino MegaからSmart Laser Mini基板上のモータドライバをコントロールすることで実現した。更新周波数は画面描画に同期させてあり、おおよそ60Hzであった。

また空中像の光源となるディスプレイとして、スクリーンはリア透過プロジェクションフィルムのブラックタイプ(シアターハウス)を使用した。スクリーン材の選択においては、空中像をより明瞭に視認させることを目的として、高コントラストに提示できる部品を選択した。

カードに関しては、銀ナノ粒子印刷パターンや、薄いアルミ板では誤反応が多かったため、3mm厚のアルミ板から、先行研究で用いられていたパターンを削り出したものを使用した。

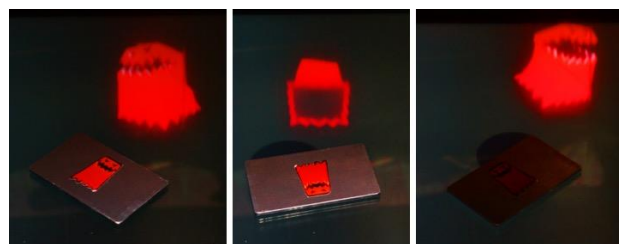


図2 カードによる回転操作

図 2 より、カードを回転させることで、空中像の CG も回転していることが分かる。また図 3 より、カードを移動させることで、空中像の CG も移動していることが分かる。したがってカード動きを用いて、空中像の回転及び移動をコントロールできることが確認できた。

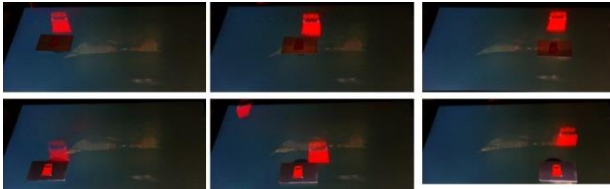


図 3 カードによる移動操作

3. 視認性評価

本研究ではタッチスクリーンの光沢面を反射素子として使用する。先行研究で使用されている反射材に比較して、タッチスクリーンの反射率が低い。このため、輝度が十分に視認できる程度であることを確認する必要がある。そこで、結像した空中像の輝度を評価した。

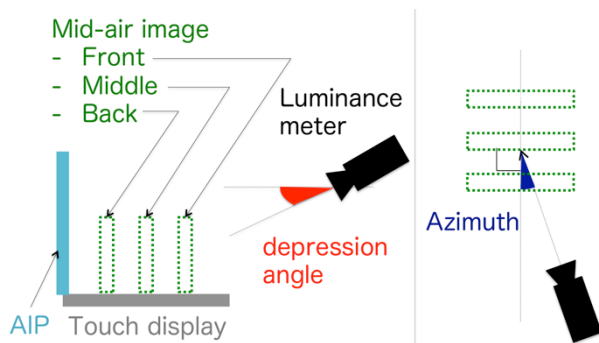


図 4 輝度計測条件

本研究ではタッチスクリーン液晶の表面の反射を用いて結像した空中像の輝度を測定した。この輝度の測定には輝度計 (LS-100、ミノルタ) を用いた。空中像位置はタッチスクリーン上に、ユーザーから見て手前、中央部分、奥部分の3つの奥行きを5cm ずつ離して行った。また、それぞれ俯角を30度から45度まで5度間隔で変更した。また、方位角は0度から25度まで5度間隔で計測を行った。実験時には、プロジェクタから白色の画像を表示し、タッチスクリーンの電源は切った状態で行った。

中央部分での結果を図5に示す。どの角度においても、手前側が暗く奥側いくほど明るくなっていることが分かる。仰角に関しては、いずれの場合も浅い角度の場合に輝度が高く、深い角度ほど輝度が小さい。また方位角

においても、正面から離れる程に輝度が減少しており、これらは、光源のディスプレイの光の強度に応じた分布になっていると考えられる。最大輝度は10 cd/m²程度であった。

このときに使用したタッチパネルディスプレイの輝度設定を最低輝度にした上で、白色表示時の輝度を計測したところ、最大で2 cd/m²であった。したがって、本構成であれば反射面であるディスプレイよりも十分に明るく空中像を表示することができることがわかった。

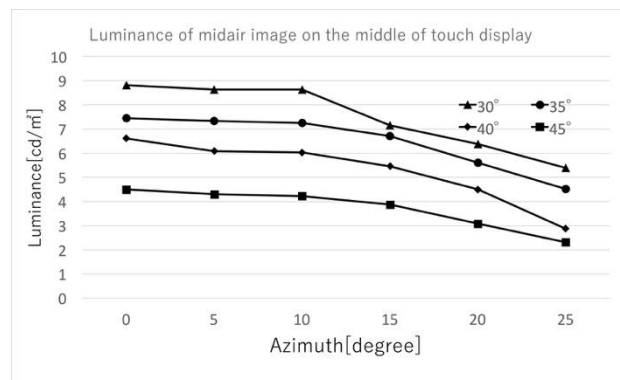


図 5 反射面の中心に結像した際の輝度

4. 考察

現在のシステムでは、タッチスクリーンにおける遅延及びXYプロットの移動速度の限界があり、ユーザーがむやみにカードを動かすと、カードの動きが遅れてしまう。これに対して、アクチュエータを高速化することによってカードの動きと空中像の動きを近づけていくことは可能であるが、アクチュエータが大型化し、コストが大きくなってしまふ。そこで今後は、ユーザーのカードの動かし方を自然に制限する様な提示設計によってユーザーがむやみにカードを動かさず自然とある程度の速度で動かすようなインタラクションを導くようなデザインの指標をつくりたいと考えている。さらに導電性物質の3Dプリントを活用することで、カードだけではなく3次元形状の物体と空中像の融合も実現したい。

参考文献

1. 山本 紘暉, 梶田 創, 小泉 直也, 苗村 健: EnchanTable: テーブル面の反射を用いた直立空中像ディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.21, No. 3, pp.401-410 (2016)
2. 池田 昂平, 沖 真帆, 塚田 浩二: CapacitiveMarker: 接触感認識可能な2次元コードを用いたインタラクション手法, 情報処理学会インタラクション2015論文集, 72-79 (2016).