

LRF を用いた大型投影画面のタッチパネル化

1. はじめに

近年, 技術の発達によりディスプレイの大画面化が進んでおり, 将来的には壁一面が大画面となるような環境も考えられる. そこで, 大画面環境に適した操作性の高い入力インタフェースが必要になると考えられる. 関連研究として, 田ら[1]は距離センサと液晶ディスプレイを用いて直接指で大画面を操作する手法を提案している. しかし, この手法では長方形の画面を想定しているため, プロジェクタの投影画面の歪みには対応できない. そこで, 本研究では射影変換を用い, 画面の歪みに対応したシステムを提案する.

2. LRF を用いた大画面のタッチパネル化

2.1 提案システムの構成

本研究では LRF (Laser Range Finder) と短焦点プロジェクタを用いてタッチパネルの作成を行う. プロジェクタで画面を投影し, LRF を用いて画面を操作する指を検出する.

本実験で用いる LRF の測定範囲は 270 度, 測定可能距離は 30 m であり, プロジェクタは図 1 のような配置で 100 インチの画面を投影することも可能である.

2.2 指の検出方法

LRF を用いて指の位置を測定する. 指が画面領域に入ると操作を開始し, 指の動きを認識してクリックやドラッグの機能を実現する. 画面領域から出ると操作を停止する.

指の位置は, LRF の観測データの重心から求める. しかし, LRF の観測値は振動しているため, そのままではマウスカーソルが激しくブレてしまう. そこで過去 10 フレーム (0.25 秒) 分の平均をとることでブレを抑制した. 遅延が少し発生してしまうが, 操作性に大きな影響はない.

また, LRF で指を検出する際, 指と天井の壁の間に誤った観測値が発生し, 重心の計算に影響が出てしまう. そこで, LRF の観測データの内, 両隣と距離が離れている点をノイズとして除去し, 重心の計算に用いないようにした.

2.3 射影変換を考慮したキャリブレーション

LRF で検出した指の位置と, プロジェクタで投影した画面を対応付ける必要がある. 液晶ディスプレイであれば画面を長方形に限定できるが, プロジェクタの投影画面には歪みが発生するため, 本研究では射影変換を仮定する.

プロジェクタの画像上の点 $x_p = (x_p, y_p)$ を LRF の観測点 $x_L = (x_L, y_L)$ に投影する射影変換行列を H と置くと,

$$\lambda \tilde{x}_L = H \tilde{x}_p \quad (1)$$

が成り立つ. 媒介変数 λ を消去すると, 各対応点について 2 つの式が得られる. 未知数は 8 であるため, 対応点が最低 4 つあれば射影変換行列 H を求めることができる.

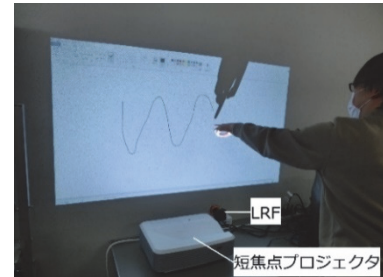


図 1 提案システムの構成

本研究では投影画面の四隅を順番に指差し, その時の LRF の観測値を用いて射影変換を考慮したキャリブレーションを行うことで, 投影画面の歪みにも対応する. なお, LRF の観測値 (mm) から投影画面 (pixel) への単位の変換も含めて直接変換パラメータを求める.

3. 性能評価実験

指位置の推定精度の評価実験を行った. 画面上にマーカーを横一列に 3 点表示し, 投影されたマーカーを指差した時の推定誤差を求めた. 4 点での射影変換を用いてキャリブレーションを行った場合 (提案手法) と, 左上と右下の 2 点で長方形を仮定してキャリブレーションを行った場合の推定誤差を表 1 に示す. 射影変換を用いることで, 投影画面の歪みに対応できていることが確認できた.

表 1 指位置の推定誤差 (単位は pixel)

	左	中央	右
射影変換	5.0	6.3	5.7
長方形	73.4	50.0	35.0

4. おわりに

本研究では, LRF を用いてプロジェクタで投影した画面をタッチパネル化する方法を提案した. LRF の観測データのノイズを考慮して指の位置を推定した. また, 射影変換を考慮したキャリブレーションを行うことで投影画面の歪みにも対応した. そして, 実際に評価実験を行い, 射影変換を用いることで画面の歪みに対応できていることを確認した.

今後の課題として, プロジェクタの投影画面が大型化するとレンズの影響で投影画面が湾曲する場合も考えられるので, 別の手法の画像変換を用いて対応していきたい.

【参考文献】

- [1] 田雨, 高橋伸, 田中二郎: 測域センサを用いた大画面インタラクション, 情報処理学会全国大会, 2008