

押下力を検出可能な球面スクリーンの開発

Development of a Pressure Sensitive Spherical Screen

橋本 渉, 佐野 睦夫

Wataru HASHIMOTO and Mutsuo SANO

大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科

(〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1, whashimo@is.oit.ac.jp)

Abstract: This study focuses on a pressure sensitive spherical screen that aims to promote upper limb exercise. We utilized the characteristic of a photoelastic resin that changes polarization during the deformation in order to detect the pressing force on the screen. We developed a prototype dome screen that is crimping transparent polyurethane elastomer on the silver painted surface. Then we confirmed the change of polarization by capturing the surface with polarized camera when the polarized light was projected on the screen.

Key Words: Photoelastic resin, Immersive Display, Upper-limb exercise

1. はじめに

高齢者の身体と心の活性化は、介護予防の観点から重要な役割を担っている。運動機能の衰えを遅らせるため、運動療法を取り入れ、脳活動を活性化しつつ、遊びながら各症状の進行を緩和する取り組みがおこなわれている。

食事や着替えなどの日常生活を自立的に送るためには、上肢筋力の維持が欠かせない。そこで、上肢運動の賦活を狙った力覚呈示装置や気球型の映像投影装置を開発してきた。しかし、装置に加えている力を検出できないため、上肢運動能力の定量的な測定が難しいことがわかった。

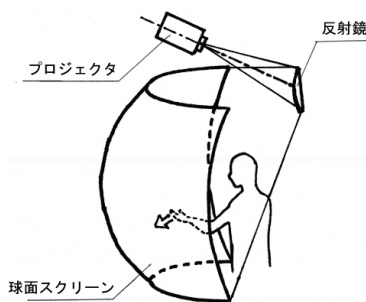


図 1: 本研究の概要図

本研究では、スクリーンに押し応えのある弾性力を持たせつつ、押下力を測定できる装置として、図 1 のような仕組みを有する球面スクリーンを開発する。腕のリーチゾーンにあわせ、包囲型のスクリーンを用い、スクリーンを直接接触するというものである。上肢がどの向きにあるとき、どれだけ筋発揮ができるかを測定できるため、上肢の可動域のみならず、運動機能の定量的評価にも適している。

2. 押下力の検出メカニズム

弾性体を用いた押下力の検出について関連の深い研究として、ポリエチレン系樹脂の光弾性の性質を利用したものがある [1]。変形によって偏光特性の変化する透明樹脂を利用し、押下力や歪みを検出するものである。光弾性とは、弾性体が外力を受けたときに偏光特性が変化する現象である。この先行研究では、液晶モニタが持つ直線偏光の性質を利用している。図 2 左のように、カメラの前に直線偏光板を配置することでクロスニコル状態を作り出し、透明樹脂が変形しない場合は光線が遮断される。透明樹脂に変形が生じた場合は、変形量に応じて偏光特性が変化するため、変形付近で光線が透過することになる。

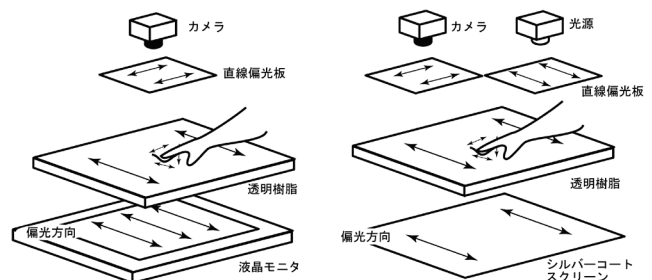


図 2: 押下力の検出方法

本研究でこの方式を適用するには、液晶モニタの存在が障害となる。そこで、液晶モニタの代わりに直線偏光を持つ光源を用意し、偏光方向を崩さないようにシルバーコーティングされた表面を持つスクリーンに反射させることを考案した (図 2 右)。直線偏光板を出た光線は、透明樹

脂を通過後、シルバーコートスクリーンで反射する。クロスニコル状態となるよう、カメラの前に直線偏光板を配置し、透明樹脂に変形が生じたときのみ、変形付近で光線が通過するはずである。前者と異なるのは、光線が透明樹脂を2回通過することだけである。

このアイデアを実現するには、光弾性を有し、2度の光線透過に耐えうる透明度の高い樹脂が必要である。また、直接手を触れるため、弾力性があり耐久性の高いものが求められる。素材に関する検討については文献[2]を参照されたい。

3. 球面スクリーンの試作

2で述べた押下力検出メカニズムを持つ球面スクリーンを試作した。球面スクリーン本体は、工業用ABS樹脂板（三菱樹脂 HP-101CL IV3）を加熱の上、球形に成型し、球面内側にシルバーコーティング塗装を施している。スクリーンの形状を図3に示す。上腕のリーチゾーンに対応させるため内径を70cmとし、上下70度、左右120度の範囲である。大きさは対角が50インチのモニタに相当する。

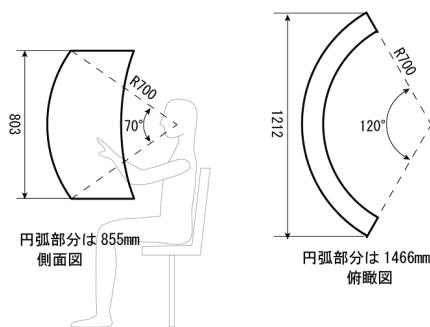


図 3: 試作スクリーンの形状



図 4: 試作したスクリーン外観

スクリーン上に5mm厚のポリウレタンエラストマー樹脂で成形された透明シートをエア抜きしながら密着させている。透明度と耐久性の問題から5mm厚以上にするのは困難であった。また、樹脂の耐久性を高め、手触りを良くし、スクリーンに密着させるという観点から、樹脂は2層構造とした。表面は硬めにコーティングされた素材、内面は柔らかく粘着性のある素材で成形した。2層にすることによ

る光弾性への影響はなかった。完成した試作スクリーンは図4の通りである。

4. 押下力検出の検証

試作したスクリーンを用いて、2で述べた方法を検証した。直線偏光板は偏光フィルム（エドモンド・オプティクス・ジャパン）、光源はDLPプロジェクタ（NEC LP60）を利用した。ここで使用したカメラは民生品のデジタルビデオカメラである。

図5左は、光源としてプロジェクタから一様に白い画面を投影したものである。押下箇所周辺で、光線が透過していることが確認できる。押下力や力の方向により、透過パターンが変化することも確認した。光源として、一様に白い画面を用いず、暗めの画像を用いたところ（図5右）、光量が不足しているため、検出が困難であることがわかった。したがって、映像投影用のプロジェクタとは別に、変形検出用の光源を用意しなければならないことがわかった。



図 5: スクリーン上を押下したときの偏光状態の変化

5. おわりに

シルバーコーティングされたスクリーン上に透明弾性体を配置することにより、変形から押下力を検出することがわかった。今後は、画像処理によりどれぐらいの精度で押下力を検出できるかを検証するとともに、スクリーン全体を撮影する仕組みについて取り組んでいく。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金（若手B-No. 22700130）の補助を受けて実施されています。装置の試作設計にご尽力くださいました（株）坂本設計技術開発研究所代表取締役 坂本喜晴様、（株）枚方技研代表取締役 森山知佳津様、ならびに関係者各位に深く感謝いたします。

参考文献

- [1]佐藤, 間宮, 小池: PhotoElasticTouch: LCD と光弾性効果を応用した透明弾性体インタフェースの提案, WISS2008, pp.67-72, 2008
- [2]橋本, 松浦, 佐野: 押下力を検出可能な球面スクリーンの提案と素材の検討, 日本バーチャリアリティ学会大会論文集, pp. 336-337, 2010