

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月31日現在

機関番号：34406

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700130

研究課題名（和文） 押下力を検出可能な没入型球面映像装置に関する研究

研究課題名（英文） A Study of Pressure Sensitive Spherical Projection System

研究代表者

橋本 渉 (HASHIMOTO WATARU)

大阪工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号：80323278

研究成果の概要（和文）：

上肢の運動機能を楽しみながら賦活し、かつ運動機能を評価できる装置として、全方位に映像を投影し、全方位スクリーン上において押下力を測定することのできる、押しごたえのある没入型球面映像装置を実現する。本研究では押下力の検出において、変形時に偏光特性が変化する光弾性素材を用いる。球面スクリーンにシルバーコーティングを施し、その表面に透明な光弾性素材を貼り付けることによってスクリーンを構成する。この構成を用いて、直線偏光が施された赤外線スクリーン上に投影し、赤外線偏光カメラによってスクリーン表面を撮影することで、弾性体の変形を取得でき、押下力検出が可能であることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

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.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学

キーワード：バーチャルリアリティ, 没入型ディスプレイ, 接触力検出

1. 研究開始当初の背景

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、表面を叩くことによって上肢運動の賦活を狙った気球型の映像投影装置を開発してきた。しかし、上肢の上げ下げに一定の効果があるものの、スクリーンから押し応えがなく、運動負荷が小さいという問題もあった。また、スクリーン面上を押している力を正確に測定できないため、上肢運動能力の定量的な測定が難しいことがわかった。

2. 研究の目的

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、スクリーンを直接触るといものである。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。

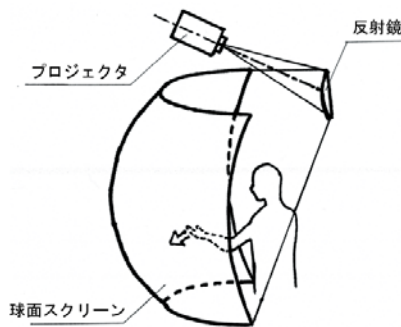


図1：本研究の概要図

3. 研究の方法

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。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。

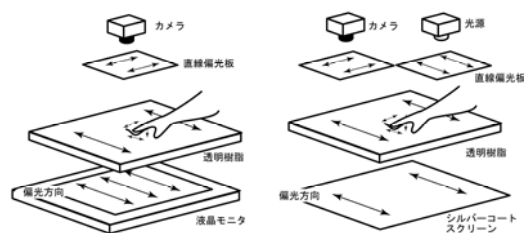


図2：押下力の検出方法

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。

4. 研究成果

(1). 押下力検出スクリーンの試作

3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。

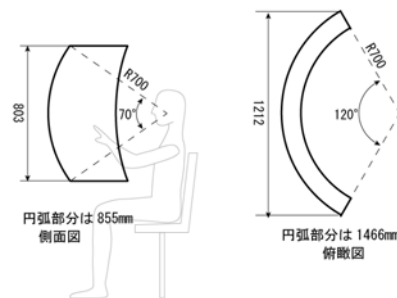


図3：試作スクリーンの形状



図4：試作したスクリーン

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。

(2). 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 NP64J)を利用した。

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、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：プロジェクタ光源による押下力検出

(3). 赤外線による押下力検出

(2)の問題点を解決するため、投影用のプロジェクタとは別に赤外線を光源として用いることにした。赤外線の利用は、プロジェクタ投影と相互干渉しないため、投影されている映像に影響を及ぼさないという点で都合が良い。改良された押下力検出機構について図6に示す。

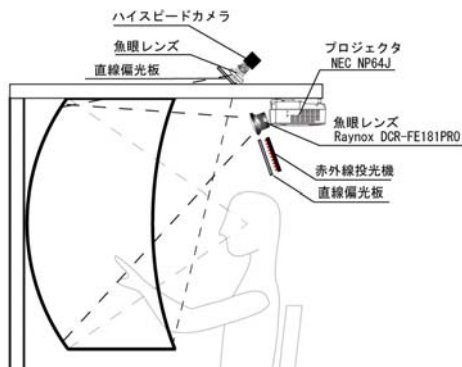


図6：赤外線による押下力検出

赤外線による押下力検出では、赤外線投光

器を光源とする光が、直線偏光板を通過し、スクリーンで反射した後、再び直線偏光板を通過してカメラに入光することになる。赤外線投光器には、赤外線LEDを放射状に並べたものを用い、スクリーン面を一様に照射するようにした。またカメラは赤外線を撮影でき、かつ変形を高速にとらえることのできるハイスピードカメラ(PointGray: GRAS-03K2M-C)を用いた。この検出方法によるカメラ画像を図7、検出部をアップで撮影したものを図8に示す。押下部分において白く発色しており、押下力や力の方向を検出することが示された。



図7：ハイスピードカメラによる撮像



図8：検出部分の拡大

(4). 展望

押下力の検出可能なスクリーンは実現できたが、画像処理等によって、より正確に押下力の検出をおこなう必要がある。カメラの解像度や赤外線の照度など、装置に対する制約条件は厳しいが、本検出方式がどの程度の精度を持っているかを評価することが今後の課題である。

またスクリーンの応用分野としては、リハビリ応用以外に、表面が弾性体のスクリーンを生かし、例えば人体モデルを用いた医療応用も考えられる(図9)。人体に近い弾性力を持つ素材を利用することにより、より現実に近い触診のシミュレータや人体模型が実現可能である弾性体によるインタフェースは、装置そのものが柔らかいため、上手に利用すると安心感や癒しを与えることも期待できる。



図9：触診シミュレータにおける応用

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- ① 橋本渉, 佐野睦夫：押下力を検出可能な球面スクリーンの開発, 日本バーチャルリアリティ学会大会, 2011年9月22日, 公立ほこだて未来大学
- ② 橋本渉, 松浦有里, 佐野睦夫：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, 日本バーチャルリアリティ学会大会, 2010年9月15日, 金沢工業大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 渉 (HASHIMOTO WATARU)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号：80323278

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし