

スマートフォンインカメラを用いた低年齢児の斜視弱視の検出補助システム

植村 英信[†] 大寺 亮[†]神戸情報大学院大学 情報技術研究科[†]

1. はじめに

人間の視覚感受性、つまり脳の中で映像を認識する機能は、生後1か月から発達し始め8歳頃までに完成すると言われている[1]。よって、眼の健康的な発達には、異常の早期発見・早期治療が重要である。しかし、特に乳幼児の視覚異常は家族であっても気づきにくく、3歳児健診において斜視の80%の見逃しが報告されており、健診でのスクリーニングも十分でない。斜視とは、眼位の異常と両眼視の異常によって、両眼の視線が正しく対象物に向けていない状態を言い、外観上は「眼位のずれ」として現れる。斜視の種類としては、(1)偽斜視（見かけ上は視線がそれているが両眼の視線が揃っている）、(2)外斜視、(3)内斜視、(4)上下斜視があげられ、恒常性及び間欠性のものがある。

そこで、本研究では斜視弱視を早期に発見し治療できるよう、スマートフォンを使用する子どもの眼を日常的に観察し、異常を検出した場合にアラートを出し、眼科への受診を促すシステムを提案する。

2. 提案手法

本研究では、Apple社が提供する2つのフレームワークを利用する。まず、ARKitフレームワークによって、画面との距離や片目つぶりの状態を観察し、スマートフォンの見方の異常についてアラートを通知する。また、Visonフレームワークによって瞳孔を抽出し、左右の眼位のずれ（差）を測定し、一定以上のずれを検出した場合に警告を通知し医師の診断を受けるよう促す。具体的な検出方法を以下に記載する。

2.1 ARKitフレームワークによる異常検出

斜視や片眼性の弱視がある場合、正常に機能する眼だけを使って画面を見ようとする結果、片目を閉じたまま画面を注視したり、片目だけ

が画面の前にくるようデバイスをずらして見たり、至近距離で画面を見ようとする傾向が認められる。このような外観に表れる斜視の症状を検出するため、ARKitから以下の状態の有無を取得する。

- (1) 片目を閉じたまま画面を見ている状態
- (2) 両目（顔）が画面の正面に無い状態
- (3) 画面との距離が一定の閾値以下である状態

(1) について、ARKitでは、まぶたの開閉度合いを0から1の範囲で取得できる。値が大きいほど目が閉じている状態となる。本システムでは0.6以上であるときに目が閉じているとみなし、片目のみが0.5秒以上閉じている状態が継続した場合に片眼視である旨のアラートを出す。

(2) について、ARKitでは、視線と画面の交点の座標を取得することができる。この交点が画面上に無い場合にアラートを出す。

(3) について、ARKitでは眼と画面の距離を取得することができる。一般的に、画面との距離は30cm以上離すことが推奨されている。これは、眼と画面の距離が近いと寄り目がちになり、眼や脳に大きな負担をかけること、およびこの状態が続くと内斜視の原因になるためである。提案システムでは、眼と画面の距離が30cmを下回った場合にアラートを出し、距離を離すよう促す。さらに、画面と眼の距離を常に画面下部に表示させ、アラートが出ていなくても使用者自身が確認することができる構成とする。画面と眼の距離を常に表示させることにより、使用者への意識を促し、急性内斜視の予防に繋がる事が期待できる。

2.2 Visonフレームワークによる異常検出

Visonフレームワークにより、眼の周囲の所定の位置の座標及び瞳孔中心位置の座標が取得可能となる。眼の周囲の幅、または高さに対する瞳孔中心位置の値を比率として求めることにより、斜視による眼位のずれを検出する。具体的には図1のように算出を行い、所定の閾値以上又は以下の場合にアラートを出す。

Strabismic Amblyopia Detection Support System
for Children with Front-facing Camera of Smartphone
[†]Hidenobu Uemura, Ryo Ohtera, Department of Information
Systems, Graduate School of Information Technology, Kobe
Institute of Computing

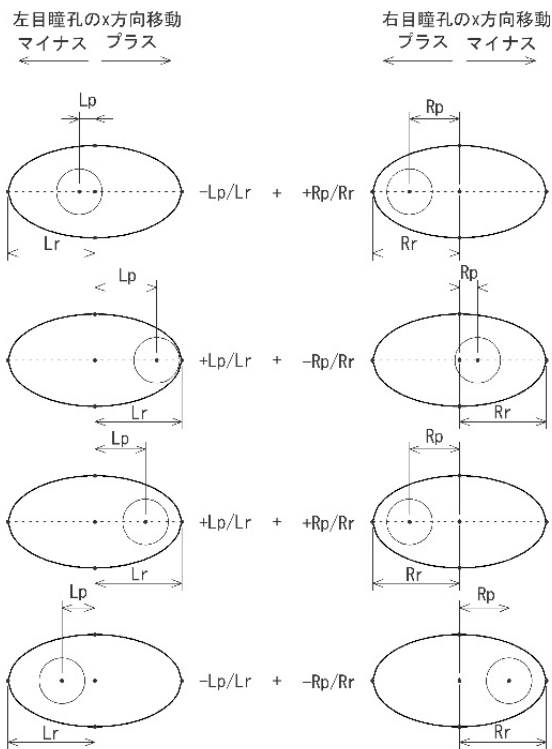


図1 水平方向の斜視判定方法

上下方向のずれも同様に眼の周囲の上下方向幅に対する瞳孔位置を比率で算出しその左右差によりアラートを出す。上下方向の図は省略する。

3. 評価実験

3.1 被験者

被験者は8歳から58歳までの男女13名である。被験者の中には弱視と診断された2名の子どもが含まれた。また、インターネット上で公開されている斜視動画も使用した。これらの被験者に本研究のシステムを使用させ、閾値の分析のための事前実験および実装後の評価実験を行った。さらに、斜視判定の閾値決定の参考資料とするため、左右顔半分ずつの動画を合成して斜視動画を作成した。この動画を再生しながら本研究のシステムを起動し、上記同様に事前実験および評価実験を行った。

3.2 実験方法

事前実験では、眼の動きのデータを集め、通常と異なるスマートフォン画面の見方をしていないかを判断するため、本研究により実装するシステムに加えて、スマートフォンの画面上の9箇所(右上, 右中段, 右下, 中央上, 中央中段, 中央下, 左上, 左中段, 左下)に、丸を1つずつランダムに表示させ、表示された丸をタップす

ると次の丸が表示されるシステムを構築した。このシステムを被験者に30秒間操作させ、眼の角度、眼の開閉具合など顔の状態、画面との距離などのデータと合わせて画面を見ている被験者の顔の動画を取得した。また、Visionフレームワークを使用した本研究システムにおいて被験者にWeb画面を閲覧させ、瞳孔位置、眼の周囲座標などのデータを取得しスマートフォン端末上で画像分析した。これらのデータ分析から各閾値を決定した後に、同被験者らを対象として再度評価実験を行い、適切に通知及び警告が発せられているか否か、操作性などについて検証およびインタビューを行った。

3.3 実験結果

事前実験の結果、正常に機能している眼であっても人によって左右差が大きく出ることがあった。また、視線情報には固視微動というノイズが混ざることが分かった。人間の眼は、静止物体をじっと見つめているつもりでも不随意的に常に細かな眼の揺れが起こっており、これを固視微動という。ローパスフィルタの一種である指数移動平均フィルタおよび移動平均を用いてノイズの影響を軽減したのち、閾値決定を行った。評価実験の結果、概ね良好な判定結果となった。被験者からは、検査をしているということ意識することなくWeb画面を閲覧しているだけで異常があれば通知してくれるので、使いやすいと思うというコメントを頂いた。一方、アラートが出ているか否かはWeb画面に夢中になっている子どもは気がつかないのではないか、というコメントがあった。

4. おわりに

本研究では、斜視検出補助システムを開発し被験者実験により有効性を確認した。しかし、サンプル数が少なく、また眼科医による監修もなされていないため、医療現場での評価実験実施が今後の課題である。また、リアルタイムのアラートに気づかない場合があるという被験者の指摘については、保護者がアラートの履歴を見ることができるようログを残すシステムへの改良が考えられる。

参考文献

[1] 山本修一, 大鹿哲郎, “人の視覚の感受性期間,” 眼・視覚学—講義録, メジカルビュー社, vol. 52, p.307, 2006.