

# 非固定視野視線解析システムの構築

—超音波診断装置 GUIに関する人間工学的研究—

## Development of Gaze Analysis System In Nonbinding Visual Field

—Ergonomic investigation about ultrasonic diagnostic equipment GUI—

人間生活工学研究室: 徳 志偉 (11TM1137)

■Abstract: There was not much research on medical ultrasound machine's GUI, so we planned investigation experiments by the gaze analysis method. It turned out that there were most gaze suitable for the monitor. Since there were problems unsolvable in an existing view gaze analysis system, we created a new one.

A wide-angle eye mark recorder was used as the hardware, and the automatic analysis software which mounted distortion compensation and projective transformation was developed originally. The detection capability of the specific area in a monitor of a system analysis and the monitor itself had the correlation as  $r = 0.665$  in the detection rate of the both, although it was as the half of the manual analysis by the viewpoint check of gaze. The element which influences the analytical capability of the system has been checked: 1. Resolution of the picture; 2. Width of the field angle.

### ■背景

超音波診断装置は医療機器の中、非侵襲的な装置であり、医用診断には大きな成果を上げている。しかし、超音波診断装置に関する先行研究は生体機構学(Aziah, 2007)的なものが中心で、GUIに関するものはほとんどない。

現場の医師が診断中にどのように GUI 操作をして、どんな問題があるのかを調べるために、視線解析の方法によって診断を調査し、適切な視線解析システムの構築が先決であると分かった。

### ■目的

超音波診断装置の GUI 改善につながる方法の提案を目的とした。

### ■調査実験

目的: 超音波診断装置 GUI の診断中視線を調査し、データ収集と考察を目的とした。

実験参加者: 7名(男性2名、女性5名、超音波診断装置メーカーの社内技師)

患者役: 1名(男子大学生)

タスク: 心臓検査(6項目)、腹部検査(6項目)

キーワード: 視線解析、GUI、補正、アイマークレコーダ

条件: 腹部超音波検査の指示条件(fs);フリー条件(ff);心臓検査の指示条件(hs);フリー条件(hf)。指示条件とフリー条件の実施順序はカウンターバランスをとった。

\*フリー条件とは6条件の順番を自由変えられるもの;指示条件とは6条件を1-6の順番に行うもの。

解析項目: モニタ、タッチパネル、操作パネル、患者、other(他の項目に属さないすべて)になる。

主観評価(VAS法): 「画像の見やすさ」、「目の不快感」

近点距離: 目のピンと合わせ計測での疲労を測る方法

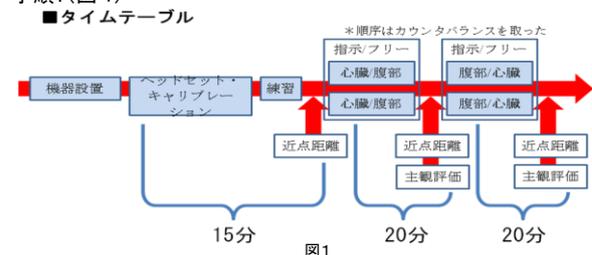
実験機器:

日立 Aloka Prosound F75 超音波診断装置

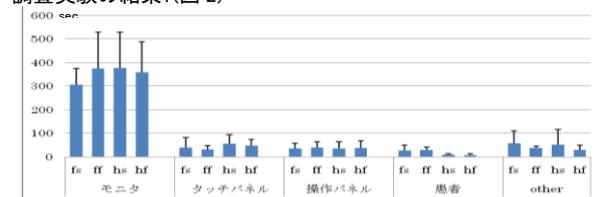
nac アイマークレコーダ EMR-8B (視線計測装置、レンズ 92°)

SONY デジタルビデオレコーダ GV-HD700(視線データ記録装置)

手順:(図1)



調査実験の結果:(図2)



注視の7割以上はモニターに向けられた。各実験条件間の作業所要時間の違いは少なかった。主観評価、近点距離の条件間有意差がなかった。

解析時間: 視点が非固定なので、システムが備えた一括解析機能が使用できず、一枚ずつの画像から視点位置を目視で確認した。1枚の画像を確認するのに熟練な場合は0.5秒ほどかかった。1分間のビデオデータを解析するのに  $0.5(\text{秒}) \times 30(\text{フレーム}) \times 60(\text{秒}) = 900 \text{秒} = 15 \text{分}$  → 調査実験の総データ記録時間=4.5時間  
統計などほかの処理を除き、解析だけで67.5時間かかった。

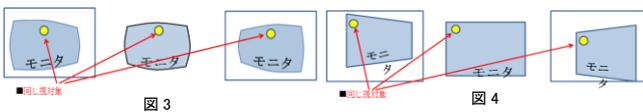
■調査実験のまとめ

注視項目に視線の絶対的に多く分配されたのはモニターであったため、モニターへの視線を詳しく調べる必要があると分かった。既存視線解析システムでは視点非固定データに対してマニュアル解析しかできず、適切な視点非固定自動解析システムの構築が必要であった。

■非固定視野視線解析システムの構築

目的:ダイナミックな動きでも対応可能な広角、視点非固定な自動解析システムを構築する。

問題点:①視線の逸脱をなくすために 92° の広角レンズを使用したので、画像はレンズ歪みを付帯する(図 3);②視点の違いで同じ視対象でも画像に違う座標で現れてしまう(図 4)。



システム構成:

ハードウェア:調査実験と同様。

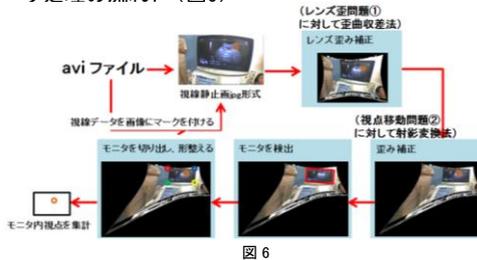
ソフトウェア:LabVIEW(National Instruments, inc.)を用いてすべてのプログラムを実装した。視点座標データは dFactory (EMR-8 標準装備)で視線データ取得した。

視線データの取得:(図 5)



視野画像と視線データの同期されたデータを取得し、記録した(EMR-8セット、流れ①)。モニター枠を検出し、画像補正を経て、モニター内視線座標を取得した(流れ②の前半)。

視線データ処理の流れ:(図6)

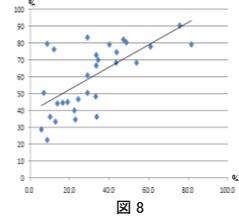
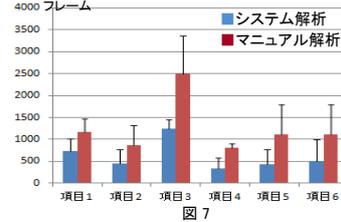


システムの有用性検証:

システムの有用性を検証するために、調査実験の心臓指示条件(hs)データを用いた。

構築初期にモニターの4隅をパターン・マッチングで検出していた。視認と違い、全く関係のないエリアをモニターの角として検出されたことがある。モニター枠をエッジ検出方式に変更し、検出率が上がった。

モニター内視線検出率:



システム解析でモニターの検出数はマニュアル解析の 48.6%になっている(図 7)。

分析対象が同じでもデータエラーなどの場合があり、システム解析のモニター検出対象となる母数が少ないが、マニュアル解析の検出割合との相関が 0.665(図 8)であった。

システム解析有用性のまとめ:

システム解析のモニター検出能力はマニュアルの半分ほどであったが、その両方の検出率に一定相関関係を持った。システムの解析能力を左右する要素を確認できた: 1. 画像の解像度; 2. 画角の広さ(レンズ歪が強いほど補正エラーが出やすい)。マニュアル解析は解析動画の 15 倍の時間がかかるが、システム解析は全自動が実現した。

問題点について:

もともとモニターが映っていない画像は解析システムと人間の目視で確認できるが、モニターの角或いは一部隠れていた場合は、モニターとして検出できない。また画像上、モニターと隣接の部分の境界線が不鮮明な場合でも検出率を下げる。解像度が低く、検出しにくいことなども考慮して解析システムを使用すべきである。

今後の課題

本システムを用いて、視野の機能的違い(Kimura, 1966)などを考慮した GUI デザインの取り入れや診断技術の定量化に寄与したい。

■参考文献

- Kimura D: Dual Function Asymmetry of The Brain in Visual Perception, Neuropsychologia, Vol.4 p.275-285, 1966
- Bruce I. Reiner et al: Redesigning the PACS reading room: optimizing monitor and room lighting, Medical Imaging, doi:10.1117/12.352756, 1999
- Aziah Alia: A visual probe localization and calibration system for cost-effective computer-aided 3D ultrasound, Computers in Biology and Medicine 37 (2007) 1141-1147
- Matsunobe T: Gaze Analysis Tool for Web Us-ability Evaluation; Communications in Computer and Information Science, Vol.173, Part II, p.176-180, 2011
- 大野健彦: 視線から何がわかるか, 日本認知科学会『認知科学』9 巻 4 号 共立出版, 2008