

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861618

研究課題名(和文) ベイズ法および機械学習法を用いた視野研究

研究課題名(英文) Investigation of visual field employing Bayes and machine learning method

研究代表者

村田 博史 (Murata, Hiroshi)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：80635748

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：緑内障は視野欠損を特徴とした非可逆的な疾患であり、視野欠損の予測を行うことは治療を決定する上で重要である。一般的に使用されるハンフリー視野計においては、単回帰を用いてmean deviation (MD) の解析を行うことが一般的であるが、この方法ではこの視野検査点における相関等は考慮されていない。我々は新しい視野欠損予測モデルを提唱し、そのモデルの元多数のデータを用いてモデルを学習することで、少ない視野検査の結果をもとに、単回帰よりも正確に将来の視野を予測することに成功した。

研究成果の概要(英文)：Glaucoma is characterized by progressive visual field (VF) damage, which is irreversible, so it is important to predict VF progression in clinical use. In Humphrey Field Analyzer (HFA), which is commonly used in clinical settings, employs simple linear regression for analysis of VF data. However, it ignores the correlation between test points and so on. We created a novel model for VF progression, and by means of learning the model using a lot of data we had, we were able to predict future VF more precisely than simple linear regression.

研究分野：緑内障

キーワード：緑内障 視野 ベイズ統計 変分ベイズ 平均場近似

1. 研究開始当初の背景

緑内障は視野欠損の進行を特徴とした疾患であり、世界的には失明原因の2番目となっている[1]。視野欠損は緑内障患者の生活に損失を与え[2]、緑内障視野欠損は不可逆性である。したがって、将来の視野を予測することは治療を行う上で重要な意味を持つ。一般的に使用される視野検査機器 Humphrey Visual Field Analyzer (HFA)で使用される Humphrey Guided Progression Analysis™ (GPA)は、単回帰を使用して mean deviation (MD)に対して解析を行っている。

しかしながら、構造的な情報[3]や空間的な情報[4]を使用することで、視野の予測が改善されることを示唆している。したがって、緑内障視野欠損のパターン等の情報を使用して視野の予測を行うことで、精度が改善される可能性は十分考えられる。実際、緑内障視野欠損では、鼻側階段やプエルム暗転等の[5]特徴的なパターンを示すことが以前から知られている。しかしながら、当時までに報告されていたほとんどの研究では、空間的な相関を考慮にいれたものはほとんどなかった。

上述の事実を考慮すれば、緑内障の視野欠損のパターンはいくつかのものに分類できることは自明であり、機械学習の分野では古くからおこなわれてきたことであった[6]。

2. 研究の目的

Bayes 統計を用いることで視野の予測を改善する。

3. 研究の方法

ベイズ線形回帰を用いた。Expectation maximization algorithm を用いて尤度を最適化した。その最中に期待値の計算のために variational approximation を使用した。また局所最適解の回避のため確定的アニーリング[7, 8]を使用した。

4. 研究成果

この研究成果は論文として公表した[9]。また、視野を研究する過程で付随す成果として、いくつかの論文として発表した。そのせいかは次のセクション(5: 主な発表論文等)に記載されている。

<引用文献>

1. Quigley, H.A. and A.T. Broman, *The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020*. The British journal of ophthalmology, 2006. **90**(3): p. 262-7.
2. Altangerel, U., G.L. Spaeth, and D.J. Rhee, *Visual function,*

disability, and psychological impact of glaucoma. Current opinion in ophthalmology, 2003. **14**(2): p. 100-5.

3. Russell, R.A., et al., *Improved estimates of visual field progression using bayesian linear regression to integrate structural information in patients with ocular hypertension*. Investigative ophthalmology & visual science, 2012. **53**(6): p. 2760-9.
4. Betz-Stablein, B.D., et al., *Spatial modeling of visual field data for assessing glaucoma progression*. Investigative ophthalmology & visual science, 2013. **54**(2): p. 1544-53.
5. Drance, S.M., *The early field defects in glaucoma*. Investigative ophthalmology, 1969. **8**(1): p. 84-91.
6. Elhamifar, E. and R. Vidal, *Sparse Subspace Clustering: Algorithm, Theory, and Applications*. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2013.
7. Katahira, K., K. Watanabe, and M. Okada. *Deterministic annealing variant of variational Bayes method*. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2008. IOP Publishing.
8. Ueda, N. and R. Nakano, *Deterministic annealing EM algorithm*. Neural Networks, 1998. **11**(2): p. 271-282.
9. Murata, H., M. Araie, and R. Asaoka, *A new approach to measure visual field progression in glaucoma patients using*

variational bayes linear regression.
Investigative ophthalmology &
visual science, 2014. **55**(12): p.
8386-92.

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 12 件)

1. Matsuda A, Hara T, Miyata K, Matsuo H, **Murata H**, et al. (2015) Do pattern deviation values accurately estimate glaucomatous visual field damage in eyes with glaucoma and cataract? The British journal of ophthalmology.
2. Fujino Y, **Murata H**, Mayama C, Asaoka R (2015) Applying 'Lasso' regression to predict future visual field progression in glaucoma patients. Investigative ophthalmology & visual science.
3. Yoshida T, Iwase A, Hirasawa H, **Murata H**, Mayama C, et al. (2014) Discriminating between glaucoma and normal eyes using optical coherence tomography and the 'Random Forests' classifier. PloS one 9: e106117.
4. Okamoto M, Sugisaki K, **Murata H**, Hirasawa H, Mayama C, et al. (2014) Impact of better and worse eye damage on quality of life in advanced glaucoma. Scientific reports 4: 4144.
5. **Murata H**, Araie M, Asaoka R (2014) A new approach to measure visual field progression in glaucoma patients using variational bayes linear regression. Investigative ophthalmology & visual science 55: 8386-8392.
6. Ishiyama Y, **Murata H**, Mayama C, Asaoka R (2014) An objective evaluation of gaze tracking in Humphrey perimetry and the relation with the reproducibility of visual fields: a pilot study in glaucoma. Investigative ophthalmology & visual science 55: 8149-8152.
7. Hirasawa K, **Murata H**, Hirasawa H, Mayama C, Asaoka R (2014) Clustering visual field test points based on rates of progression to improve the prediction of future damage. Investigative ophthalmology & visual science 55: 7681-7685.
8. Hirasawa H, **Murata H**, Mayama C, Asaoka R (2014) Validating the sumi quality of life questionnaire with rasch analysis. Investigative ophthalmology & visual science 55: 5776-5782.
9. Hirasawa H, **Murata H**, Mayama C, Araie M, Asaoka R (2014) Evaluation of various machine learning methods to predict vision-related quality of life from visual field data and visual acuity in patients with glaucoma. The British journal of ophthalmology 98: 1230-1235.
10. Asaoka R, Iwase A, Tsutsumi T, Saito H, Otani S, et al. (2014) Combining multiple HRT parameters using the 'Random Forests' method improves the diagnostic accuracy of glaucoma in emmetropic and highly myopic eyes. Investigative ophthalmology & visual science 55:

2482-2490.

11. Asaoka R, Iwase A, Hirasawa K, **Murata H**, Araie M (2014) Identifying "preperimetric" glaucoma in standard automated perimetry visual fields. Investigative ophthalmology & visual science 55: 7814-7820.
12. Aoyama Y, **Murata H**, Tahara M, Yanagisawa M, Hirasawa K, et al. (2014) A method to measure visual field sensitivity at the edges of glaucomatous scotomata. Investigative ophthalmology & visual science 55: 2584-2591.

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計1件)

【発行国】日本国特許庁(JP)
【公報種別】公開特許公報(A)
【公開番号】特開2014-166250
(P2014-166250A)
【公開日】平成26年9月11日(2014.9.11)
【発明の名称】視野検査支援装置
【国際特許分類】

A61B 3/024 (2006.01)【FI】

A61B 3/02 F【審査請求】未請求

【請求項の数】6

【出願形態】OL

【全頁数】30

【出願番号】特願2013-39796(P
2013-39796)

【出願日】平成25年2月28日(2013.
2.28)

【新規性喪失の例外の表示】特許法第30条
第2項適用申請有り

【出願人】

【識別番号】504137912

【氏名又は名称】国立大学法人 東京大学

【住所又は居所】東京都文京区本郷七丁目3
番1号

【代理人】

【識別番号】100122275

【弁理士】

【氏名又は名称】竹居 信利

【代理人】

【識別番号】100102716

【弁理士】

【氏名又は名称】在原 元司

【発明者】

【氏名】朝岡 亮

【住所又は居所】東京都文京区本郷七丁目3
番1号 国立大学法人東京大学内

【発明者】

【氏名】村田 博史

【住所又は居所】東京都文京区本郷七丁目3
番1号 国立大学法人東京大学内

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

村田 博史(Murata Hiroshi)

東京大学医学部附属病院 眼科・視覚矯正
科 助教

研究者番号: 80635748

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

朝岡 亮 (Asaoka Ryo)

東京大学医学部附属病院眼科 臨床講師

研究者番号: 00362202