

非適応型グループテスト：解析とアルゴリズム

三村 和史 *

* 広島市立大学大学院情報科学研究科

概要. グループテストは、複数の血液を混ぜて検査を行う血液検査の手法である。検査回数の削減を主な目的とする。ランダム射影を用いた血液混合を行った場合などの手法の性能や、推定アルゴリズムについて紹介する。グループテストに関連する問題である最小頂点被覆問題なども交えて、非適応型グループテストについて議論する。

Non-Adaptive Group Testing : Analyses and Algorithms

Kazushi Mimura*

*Hiroshima City University

Abstract. Group testing has been introduced into blood testing. In group testing, test subjects are divided into several disjoint groups and test the blended blood of test subjects in each group. We here introduce performance of group testing based on a random projection and some basic estimate algorithms. We discuss non-adaptive group testing and the minimum vertex cover problem as a topic that corresponds to group testing.

グループテストは、Dorfman によって提案された複数の血液を混ぜて検査を行う血液検査の手法であり、検査回数を削減することを主な目的とする [1]。遺伝子解析のスクリーニング実験（多くの塩基列の中に特定の塩基列が含まれるかどうかを調べる実験）など、検査コストの大きい問題に対して有効であると期待されており、これまでにいろいろな検査方法とそれらの性能の評価について議論されている [2–5]。

グループテストでは、血液を個別に検査して陽性かどうかを判断するのではなく、複数の血液をいくつかのグループに分けておいて、グループの血液を全て混ぜておいてグループ毎に検査を行う。あるグループが陰性なら、そのグループ内の検査対象が陰性とわかる。また、あるグループが陽性なら、そのグループに含まれる検査対象のうち少なくともひとつが陽性であるとわかる。これら結果を組み合わせることによって、個々の検査対象の検査結果を推定する。図 1 にグループテストの簡単な例を示す。上段は検査対象を、下段はプールと呼ばれる混合した血液をそれぞれ表す。また、実線はどの検査対象の血液がどのプールに入っているかを示している。陽性のプールに血液を混ぜた検査対象が陽性の可能性があるが、そのうち陰性のプールに血液を混ぜた検査対象は陰性であることから推

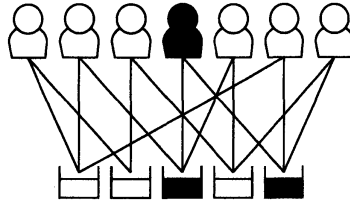


Fig. 1. グループテスト。黒は陽性を、白は陰性を表す。実線は検査対象の血液がどのプールに入っているかを表す。下段のプールの検査結果から、上段が検査対象の個別の検査結果を推定できる。

定ができる。

グループテストは、大きく適応型と非適応型に分類される。適応型は、それまでのグループテストの結果を得てから、改めてグループ分けを行って検査を繰り返すものである。非適応型は、全てのプールを予め全て決めておくものである。適応型は、グループ分けに使うことのできる情報が多いため一般に検査回数を非適応型よりも減らすことができる。一方、非適応型では、グループ分けを最初に決めて変更しないため、同時に全ての検査を行うことができる。

本発表では、非適応型グループテストについて、貪欲法や線形計画法に基づく推定法や性能評価を紹介して、非適応型グループテストに関連する最小頂点被覆問題なども交えて議論する。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費基盤研究 (B) No. 25289114 および基盤研究 (C) No. 25330264 の援助による。

参考文献

- [1] R. Dorfman, “The Detection of Defective Members of Large Populations,” *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 14, No. 4, pp. 436–440, 1943.
- [2] D.-Z. Du and F. K. Hwang, “Combinatorial Group Testing and Its Applications,” 2nd ed. World Scientific Publishing Company, 2000.
- [3] H.-B. Chen and F. K. Hwang, “A survey on nonadaptive group testing algorithms through the angle of decoding,” *Journal of Combinatorial Optimization*, vol. 15, no. 1, pp. 49–59, 2008.
- [4] C. L. Chan, S. Jaggi, V. Saligrama, and S. Agnihotri, “Non-adaptive Group Testing: Explicit bounds and novel algorithms,” *Proc. of ISIT2012*, pp. 1837–1841, Boston, US,

2012. ; a longer version is available at <http://arxiv.org/abs/1202.0206>.

- [5] T. Wadayama, “Non-Adaptive Group Testing based on Sparse Pooling Graphs,” *arXiv:1301.7519*, <http://arxiv.org/abs/1301.7519>, 2013.

三村 和史 (広島市立大学情報科学研究科)

〒731-3194 広島県広島市安佐南区大塚東 3-4-1

E-mail: mimura@hiroshima-cu.ac.jp