

QE スクエア



本欄は「会員の声」と同様、個人意見の主張の場であり、営利目的や誹謗等を除き、会員が自由に主張や意見を述べるためのスペースである。

● デジタルのSN比の美しさ

コマツ 細井光夫

1. はじめに

新型コロナウイルスのPCR検査が話題になった頃、田口玄一のテキスト¹⁾から検査に関する記述を引用して「検査のお話²⁾」、および、医療用語である「感度と特異度³⁾」について投稿した。間をあけて、二種類の誤りに対する「デジタルの標準SN比⁴⁾」について投稿してきたが、今さらながら田口の記述を第3版実験計画法⁵⁾に見つけたので、頭の整理を兼ねて以下にまとめて共有したい。

2. 二種類の誤りの感度と特異度

二種類の誤りの入出力データを表1に示す。入力 that 真値で、出力が計測値（検査結果など）である。事象Aを入力1（真の陽性）、事象Bを出力1（検査陽性）とすれば、事象 \bar{A} は入力0（真の陰性）、事象 \bar{B} は出力0（検査陰性）となる。感度 p_{11} は事象Aのうち事象Bになる条件付き確率 $P(B|A)$ 、特異度 p_{00} は事象 \bar{A} のうち事象 \bar{B} になる条件付き確率 $P(\bar{B}|\bar{A})$ である。

$$p_{11} = P(B|A) = \frac{n_{11}}{n_1} = 1 - \frac{n_{10}}{n_1}$$

$$p_{00} = P(\bar{B}|\bar{A}) = \frac{n_{00}}{n_0} = 1 - \frac{n_{01}}{n_0}$$

用語については「感度が高い」＝「ほんやり者の誤り n_{10} が少ない」、 「特異度が高い」＝「あわて者

の誤り n_{01} が少ない」と考えればわかりやすい。

$$n_{10} = n_1(1 - p_{11}) = n_1 \times P(\bar{B}|A)$$

$$n_{01} = n_0(1 - p_{00}) = n_0 \times P(B|\bar{A})$$

3. 再現率、適合率、正答率

二種類の誤りがあるときに、品質工学以外でよく使われている指標を以下に確認する。

再現率 (recall rate) は事象Aのうち事象Bになる条件付き確率 $P(B|A)$ であり、感度 p_{11} に一致する。

$$\text{recall rate} = P(B|A) = \frac{n_{11}}{n_1} = p_{11}$$

適合率 (precision) は事象Bのうち事象Aになる条件付き確率 $P(A|B)$ で、ほんやり者の誤り n_{01} の指標になるものの、いささか統一性に欠ける。

$$\text{precision} = P(A|B) = \frac{n_{11}}{r_1} = 1 - \frac{n_{11}}{n_{01} + n_{11}}$$

さらに、トレードオフ関係にある再現率と適合率の調和平均（逆数の平均の逆数）をF値という指標にして無理に統合しているが、合理的ではない。

$$F = \frac{2 \times P(B|A) \times P(A|B)}{P(B|A) + P(A|B)}$$

残る指標は以下に示す正答率 (accuracy) であるが、短絡的な品質特性であり思慮が浅い。

$$\text{accuracy} = \frac{n_{11} + n_{00}}{n}$$

4. 単純信頼度のSN比

以上の状況に対して田口は深く考察しており、まず「単純信頼度のSN比」について示す。 n 回の試行で、正答ならば1、正答でなければ0となる変数 y_i を考える。正答率 p 、全平方和 S_T 、平均の平方和 S_p 、誤差変動 S_e 、誤差分散 V_e は以下となる。

$$p = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$$

表1 二種類の誤りの入出力データ

出力 入力	事象		計
	\bar{B} 0	B 1	
事象 \bar{A} 0	n_{00}	n_{01}	n_0
事象A 1	n_{10}	n_{11}	n_1
計	r_0	r_1	r