

画像としての文字の情報量が人間の熟語認識処理に及ぼす影響

Influence of visual information of Kanji images on lexical decision task

岡田 拓実*
Takumi Okada

福島 大治郎†
Daijiro Fukushima

堀口 裕真†
Yuma Horiguchi

矢内 浩文†
Hiro-Fumi Yanai

1. はじめに

英文について、単語の最初と最後の文字が合っていれば、間の文字を入れ替えても読書速度が大きくは低下しないことが示されている [1]. 一方、日本語の「熟語」と「熟語を構成する二字を入れ替えた非熟語」を判別する課題について、個々の漢字の概形の影響が示唆されている (横書きの場合 [2] と縦書きの場合 [3]). すなわち、二字の概形が似ていると「熟語/非熟語」判断成績が低下する. ただし、その研究 [2] で用いられた「概形」が実験実施者の主観で決定されたため、より客観性の高い考察が求められていた.

そこで、本研究では矢内&林 (2016)[2] のデータを、文字画像の客観的な指標を用いて分析し直した. 文字画像をビットマップ化し、二値化して分析した. 実際、「漢字/非漢字」判断成績とドット数のあいだには有意な相関があることが示されている [4] (ドット数は、以下に述べるストローク占有率に対応する). 予備的な分析により、「熟語/非熟語」判断成績とストローク占有率 (白地に黒の文字であれば濃度) のあいだに有意な相関があったことを契機に、エントロピーを指標として追加することとした.

2. 分析方法

矢内&林 (2016) が実験で使用した 80 の熟語と 80 の非熟語 (計 160 刺激) を構成する漢字 100 字について指標を算出した. 手順は次の通りである (図 1). (1) 漢字領域を 42px × 42px グレースケール画像として切り出す. (2) 白黒を反転する. (3) Otsu の方法 [5] で二値化する. (4) 指標を算出する.

ストローク占有率

ストロークは漢字を構成する線である. ストロークが漢字領域 (正方形) に占める割合をストローク占有率 (D) と呼ぶことにする. 白地に黒の文字であれば、ストローク占有率は黒率、つまり濃度である. 黒率や濃度と呼ばない理由は、心理実験ではたびたび、黒背景に白で刺激を呈示するからである.

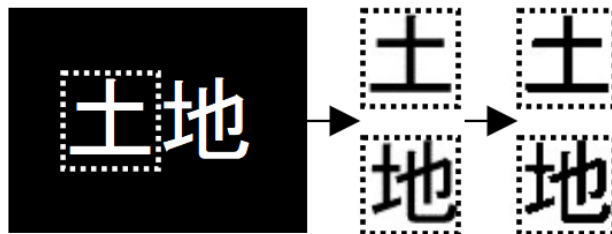


図 1: 左から、元の実験 [2] での刺激の例 (呈示サイズは漢字 1 字が視角にして 1°)、白黒反転画像、二値化画像.

エントロピー

最も基本的なエントロピーは、各ピクセルをシンボルとしたエントロピー S_1 である. ここでは二値画像を扱うため、シンボルは 0 (黒) または 1 (白) である. したがって、 S_1 は、ストローク占有率 D を用いて、 $S_1 = -D \log_2 D - (1 - D) \log_2 (1 - D)$ と表せる.

これに加えて、佐藤&菅沼 (2013) [6] で定義されている 5 種類のエントロピーを利用した.

- 各行、各列の白と黒の割合を基にしたエントロピー S_a
- 2×2 の画素の輝度値をシンボルとしたエントロピー S_b
- 同一画素の連なりの長さをシンボルとしたエントロピー S_c
- 黒の画素の連なる確率を基準とした熱力学的エントロピー S_d
- 黒の画素 1 対ごとの距離を基準とした熱力学的エントロピー S_e

3. 結果

刺激として呈示された漢字二字の「指標の和」「指標の差」を尺度として、実験データを分析した. 指標の差は、左に呈示した漢字の指標から右の漢字の指標を引いた. なお、指標の差に関しては、そのままの値ではなく値で 3 群に分けた. すなわち、正の 25% (上位 25%)、0 近傍の 25%、負の 25% (下位 25%) の 3 群にわけた (各群 20 刺激).

*茨城大学大学院 理工学研究科 電気電子システム工学専攻

†茨城大学工学部

表 1: 指標の和と判断成績の相関 (RT: 反応時間, ER: エラー率; W: 熟語, NW: 非熟語)

	D	S_1	S_c	S_d
RT(W)	0.19	0.17	0.02	0.25*
ER(W)	0.11	0.14	0.07	0.15
RT(NW)	0.40***	0.39***	0.12	0.46***
ER(NW)	0.32***	0.32***	0.19	0.35***

Note: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

指標の和

ストローク占有率 D , エントロピー S_1 , そして, 相関の小さかったエントロピー S_c と, 相関の大きかったエントロピー S_d について, 指標の和と判断成績との相関を表 1 に示す. 呈示が非熟語であった場合の反応時間とエラーを, D と S_d に対してプロットしたのが図 2 である.

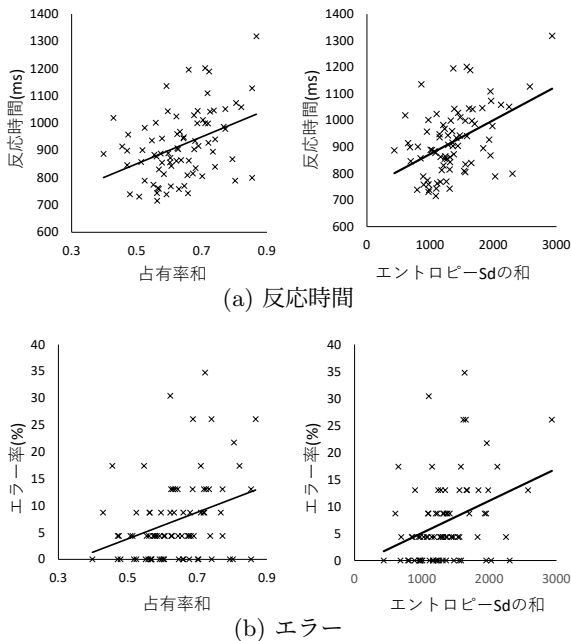


図 2: 「熟語/非熟語」判断成績と「刺激を構成する二字に対する指標の和」の関係. 呈示刺激が非熟語の場合.

指標の差

「指標の差」に対しては, ストローク占有率と S_c 以外のエントロピーについて類似した変化が見られた. ここでは特に群間の差が大きかった S_1 について示す (図 3). 熟語については, 正の群とゼロ近傍の群の差が小さい. 非熟語については, 「指標の差」がゼロ近傍のときに判断成績が目立って低下している. すなわち, ゼロ近傍で反応に時間を要し, エラーが増える.

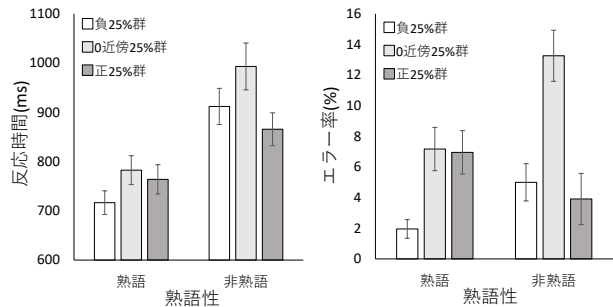


図 3: S_1 の差に対する群ごとの反応時間 (左) と, S_1 の差に対する群ごとのエラー率 (右). エラーバーは, 実験協力者ごとの群内平均の標準誤差.

4. まとめ

画像としての文字の情報量の指標として, ストローク占有率と, 各種エントロピーを採用した. 漢字二字の「熟語/非熟語」判断 (以下, 語彙判断) の成績とそれら指標の関係を調べた. その結果, 刺激として呈示される漢字二字の「指標の和」「指標の差」と語彙判断成績に有意な相関があった.

最も単純な指標であるストローク占有率を用いて表現すれば, 漢字二字の線が多いほど語彙判断が困難になる (指標の和の検討より). また, 漢字二字の線の量が近いほど, 語彙判断が困難になる (指標の差の検討より). ただし, 単純な指標であるストローク占有率よりも, 語彙判断に影響を及ぼしている指標の存在が浮かび上がった. エントロピー S_d である. これが意味するところについては, さらに考察を進める必要がある.

謝辞

本研究は, JSPS 科研費 JP16K00321 の助成, および 栢森情報科学振興財団の助成を受けて遂行されました.

参考文献

- [1] Grainger, J. and Whitney, C., “Does the huamn mnid raed wrods as a wlohe?”, *Trend in Cognitive Sciences*, Vol. 8, No. 2, pp.58-59 (2004).
- [2] 矢内 浩文, 林 健太, “漢字二字熟語の語彙判断における概形の影響”, *電子情報通信学会論文誌 (D)*, Vol. J99-D, No.1, pp.97-99 (2016).
- [3] 矢内 浩文, 越中 彩貴, 針谷 友人, “デタラメ語の気づきにくさを決める要因について”, 2015 年度人工知能学会全国大会 (第 29 回), 3G4-OS-05b-2 (2015).
- [4] 高山 草二, “漢字の語彙判断に関する検討”, *島根大学教育学部紀要*, 15 巻, pp.55-61 (1981).
- [5] Otsu, N., “A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, Vol. 9, Issue 1, pp.62-66 (1979).
- [6] 佐藤 智明, 菅沼 睦, “2 値画像エントロピー値と言語表現による感性量との相関性”, *日本感性工学会論文誌*, Vol.12, No.4, pp.499-509 (2013).