

信息反映论——基于信息论、模拟符号论和推广的相对性原理¹

鲁晨光

摘要：反映论认为：我们的感觉反映物性，两者是相似的；而经验主义认为：感觉（材料或要素）、表象，和现象就是最终存在。列宁坚持反映论，因为肯定感觉和物性相似而批评赫尔姆霍茨的感觉符号论。根据信息论（包括作者的语义信息论）、色觉机制模型（包括作者的译码模型）、颠倒色觉和实指定义分析、和感觉相对性原理，本文肯定外部世界的存在独立于个人感觉，但是也肯定感觉和物性不相似。本文进而提出：我们可以把符号论改进为模拟符号论，把反映论改进为信息反映论。

关键词：反映论，符号论，哲学基本问题，信息论，色觉模型，颠倒色觉，实指定义，感觉相对性原理。

1. 引言

列宁在《唯物主义和经验批判主义》【1】中提出著名的物质定义：“物质是标志客观实在的哲学范畴，这种客观实在是人通过感觉感知的，它不依赖于我们的感觉而存在，为我们的感觉所复写、摄影、反映。”这个定义代表了反映论在本体论和认识论上的基本看法。列宁还指出：色觉是对色光的反映，两者是相似的；当赫尔姆霍兹肯定颜色感觉来自色光的刺激，他是站在唯物主义一边的；但是他肯定色觉只是符号，而符号是任意的，和色光完全不相似，这就滑到康德的不可知论一边去了。

虽然本文作者赞成列宁的唯物主义观点，但是却认为：色觉机制理论【2,3】（包括作者提出的色觉的译码模型【4,5】）和信息论【6】（包括作者提出的语义信息论【7,8】）支持符号论（即支持感觉和色光不相似的说法）。因此，符号论需要改进而不是否定。另外，作者认为，我们不应该从物质定义出发为客观世界的存在辩护，而应该根据实指定义，即根据自然语言最终指向【9,10】。

上个世纪末，美国关于颠倒光谱（Interted Spectrum）的讨论【11,12】支持作者关于实指定义的新看法：这一定义让自然语言穿过感觉、表象和现象直指物自体【9.10】。实指定义的分析能证明世界的客观性。因此，作者用模拟符号论代替符号论，把反映论改进为信息反映论，并且推广物理学相对性原理到感官感觉，从而更好地为世界的客观性辩护，并排除不可知论。

2. 从三色素理论到译码模型

杨-赫尔姆霍茨(Young-Helmholtz)的三色素理论认为：人眼有三

¹ 2023年 IS4SI（国际信息科学）会议交流文章，英文稿收录于英文文集。

种色敏感细胞，分别对红、绿、蓝三种色光敏感，产生 R, G, B 三种信号；这些信号被送到大脑，引起不同心理颜色(色觉)。这一理论特别适合电脑绘图。因为色觉是三维的，而色光是多维的，两者完全不相似。因此，赫尔姆霍茨提出感觉符号论【13】。

和三色素理论不同，黑林(Herring)的互补色理论肯定：人眼视网膜产生三对互补色信号：红绿，蓝黄和黑白。这一理论能更好解释负后象现象，但是也有许多问题【5】。

流行的阶段模型试图统一三色素理论和互补色理论，肯定色觉在视觉细胞阶段以三色素形式存在，而在神经细胞以互补对形式存在。而流行的阶段模型是不对称的，也不便于计算机绘图需要的颜色转换——在 RGB 系统和心理色系统（包含色调，饱和度和明度）之间的转换。为此，笔者于 30 多年前提出译码模型【4,5】。该模型把色觉机制看成模拟量三八译码器。译码器输入是三色素信号，输出的是 8 个或 4 对色觉信号。对于每种颜色(R, G, B)，只有 3 个输出不为 0，人脑由此得到色调，饱和度和明度【4】。

使用译码模型，我们可以容易解释色觉机制进化（参看图 1）。

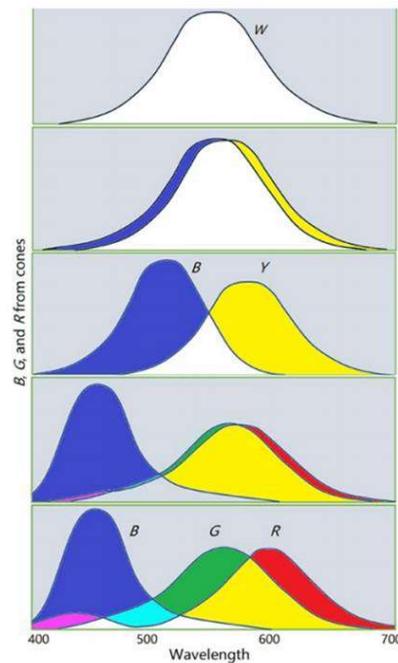


图 1. 图解色觉机制进化——通过色敏感曲线分裂。当色敏感曲线从 1 个分裂成 2 个和 3 个时，人眼能区分 2 种，4 种和 8 种完全不同颜色。

译码模型支持这样的结论——模拟符号论：色觉是模拟符号，符号(色觉)和它代表的物性(色光)完全不相似。但是两种色觉的相似性和差异性反映了两种色光的相似性和差异性，色觉因而含有色光的信息——语义信息。

3. 信息论和语义信息论支持符号论和模拟符号论

根据香农信息论【6】，度量 y_j 传递关于 x_i 的信息只需要两者之间的相关性，并不需要两者之间的相似性。设 x 的先验概率是 $P(x_i)$ ， y_j 发生后 x_i 的后验概率是 $P(x_i|y_j)$ ，那么 y_j 传递关于 x_i 信息量就是

$$I(x_i; y_j) = \log \frac{P(x_i, y_j)}{P(x_i)P(y_j)}, \quad (1)$$

变量 y 传递关于变量 x 的平均信息量就是

$$I(x; y) = \sum_i \sum_j P(x_i, y_j) \log \frac{P(x_i, y_j)}{P(x_i)P(y_j)}. \quad (2)$$

根据信息论和实践，一组 0-1 码能传递一幅图像的信息，虽然每个像素和一串 0-1 码不相似。因此，香农信息论支持赫尔姆霍茨的感觉符号论，否定不可知论。

因为香农信息论不能度量语义信息——涉及对错。作者提出语义信息公式：

$$I(x_i; \theta_j) = \log \frac{P(x_i | \theta_j)}{P(x_i)} = \log \frac{T(\theta_j | x_i)}{T(\theta_j)}, \quad (3)$$

其中 $T(\theta_j | x)$ 是真值函数， θ_j 是使 y_j 为真的 x 构成的模糊集合。假设对于每个 y_j 存在一个典型（或柏拉图的理念） x_j ——它使 y_j 为真，即 $T(\theta_j | x_j) = 1$ 。那么真值函数也可以理解为相似函数（ x_i 和 x_j 相似）。

虽然度量语义信息涉及相似性，但是我们只是要求 x_i 和 x_j 相似，而不要求 y_j 和 x_i 相似。如果 y 和 x 是连续变量，比如 y 表示色觉， x 表示色光，则 y_j 和 y_i 之间的相似性反映了 x_j 和 x_i 的相似性（即主观观结构相似而元素不相似）。

对 $I(x_i; \theta_j)$ 求平均，就得到平均语义信息即语义互信息：

$$I(X; Y_\theta) = \sum_i \sum_j P(x_i, y_j) \log \frac{T(\theta_j | x_i)}{T(\theta_j)}. \quad (4)$$

语义信息方法已经应用到机器学习【8,14】，贝叶斯确证【15】和因果确证【16】。深度学习领域正在兴起一股新的潮流——研究者用相似函数作为学习函数，用估计互信息（类似于语义互信息）作为目标函数，取得显著成功【14】。

4. 基于颠倒色觉的实指定义分析支持唯物论和模拟符号论

洛克曾发现【11】，如果两个人天生相对两种颜色(比如红花和绿草)

的色觉是相反的，只要他们能同样看出不同色光的差异，那么谁都没法察觉他们的色觉相反。1982年，美国哲学家 Shoemaker 发表文章【11】，称这种情况为“*Inverted Spectrum*”，他通过这个例子为功能主义（认为心理状态只能通过其功能来定义）辩护而反对生理主义者（认为心理状态只能通过生理状态定义）。因为光谱没有颠倒，只是感觉材料被颠倒，所以后来大家用“*Inverted Qualia*”（颠倒质感）取代“*Inverted Spectrum*”。关于颠倒 *Qualia*，比较公认的结论见【12】。

作者早在 1989 年【17】就用中文介绍了美国关于 *Inverted Spectrum* 的哲学争论，并称之为颠倒色觉。证明颠倒色觉的逻辑可能性的方法是：假设两个小孩相应红花绿草得到相反色觉，大人在教小孩颜色名称时只能手指红花绿草而不能是谁的色觉(参看图 2)。小孩只能无条件接受，尽管他们的色觉不同。

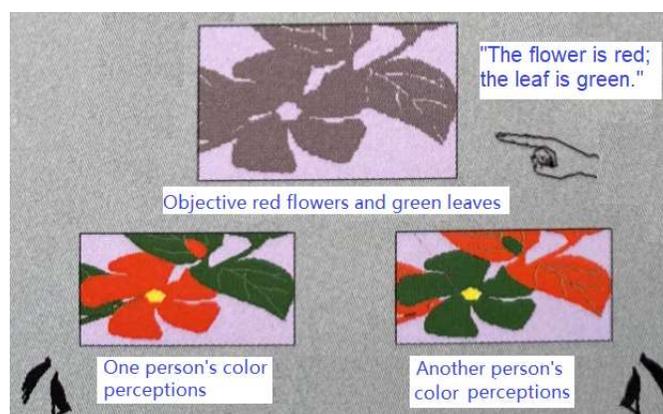


图 2. “红”、“绿”的实指定义是根据所指的对象而不是谁的色觉。

维特根斯坦和逻辑经验主义者认为，大多数词的含义可以用另外一些词来定义，但是总有一些词，比如描述物性的词，只能通过实指定义来定义【18】。据此，笔者通过颠倒色觉的逻辑可能性得到结论：实指定义是根据人手的东西而不是谁的心理感觉来定义，天生有不同感官的人，只要他能和其他人一样区分不同颜色，就不影响使用语言一致。所以，语言穿过了感觉材料，表象和现象，直指物自体。不是语言所指的外在世界不可知，而是他人心中的感觉不可知。这一结论支持唯物论（并反对经验主义）而不支持反映论（指朴素反映论）——认为感觉和物性相似。

5. 感官感觉相对性原理——进一步排除不可知论

除了信息论，物理学中的相对性原理也能帮助我们排除不可知论。

物理学中的相对性原理（狭义相对性原理）是：并不存在绝对静止或标准的参照系，所有相互匀速运动的参照系完全等价，不可区分。我们可以把感官当做参照系，把感觉当做坐标，于是得到感官感觉的相对性原理：并不存在标准感官，所有能同样分辨物性的感官完全等价，不可区分（即天生具有这样的感官可以一致地使用自然

语言，他们的差异无法被察觉)。

物理学相对性原理不会带来不可知论；同样，感官感觉的相对性原理也不会带来不可知论。

6. 结论

反映论肯定独立于个人感觉的外部世界存在，这是对的；但是它认为一种感觉和一种物性相似，这是错的。理由是：色觉理论，信息理论，实指定义分析（使用颠倒色觉的逻辑可能性）都支持唯物论和模拟符号论。经验主义(包括主观唯心主义)认为感觉、要素，表象，或现象是最终存在，这是错的，因为基于颠倒色觉逻辑可能性的实指定义分析揭示：自然语言指向外在世界而不是谁的主观经验。

本文提出信息反映论。它包含模拟符号论，基于色觉理论（包括译码模型）、信息论（包括作者的语义信息论）、感官感觉相对论，和根据颠倒色觉的实指定义分析。因为信息反映论和信息论及物理学相对性原理兼容，它可以排除不可知论。

参考文献：

1. Lenin, V. Materialism and Empirio-criticism (唯物主义和经验批判主义), in *Lenin Collected Works*, Progress Publishers: Moscow, USSR, 1972, Volume 14, pp. 17-362.
2. Young-Helmholtz theory, In Wikipedia: The Free Encyclopedia. Available online: https://en.wikipedia.org/wiki/Young%E2%80%93Helmholtz_theory (accessed on 10 May, 2023).
3. Color model, in Wikipedia: The Free Encyclopedia. Available online: https://en.wikipedia.org/wiki/Color_model (accessed on 10 May, 2023).
4. 鲁晨光, 色觉的译码模型和验证, 光学学报, **1989**, 9, 158-163.
5. Lu, C. Explaining color evolution, color blindness, and color recognition by the decoding model of color vision, In *11th IFIP TC 12 International Conference, IIP 2020, Hangzhou, China*; Shi, Z., Vadera, S., Chang, E., Eds.; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; pp. 287-298. Available online: <https://www.springer.com/gp/book/9783030469306> (accessed on 10 May 2023). [用译码模型解释色觉](#)
6. Shannon, C.E. A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* **1948**, 27, 379-429 and 623-656.
7. 鲁晨光, 《广义信息论》, 中国科技大学出版社, 1993. 英文缩写版: A generalization of Shannon's information theory. *Int. J. Gen. Syst.* **1999**, 28, 453-490. [鲁晨光的广义信息论文章和专著 \(survivor99.com\)](#)
8. Lu, C. Semantic information G theory and logical Bayesian inference for machine learning. *Information* **2019**, 10, 261. <https://doi.org/10.3390/info10080261>.
9. 鲁晨光, 通过颠倒色觉的逻辑可能性澄清实指定义, 《现代哲学》, 1989, No.2, pp. 49-51. <http://survivor99.com/lcg/my/007-inverted.html>
10. 鲁晨光, 《色觉奥妙和哲学基本问题》, 中国科技大学出版社, 2003. <http://survivor99.com/lcg/books/color/index.htm>
11. Shoemaker, S. Inverted spectrum, *The Journal of Philosophy* **1982**, 79, pp.357-381.
12. Byrne, A. Inverted Qualia, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Available online:

<https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/qualia-inverted>

(accessed on 10 May 2023)

13. Helmholtz, H.V. *Treatise on Physiological Optics*, Vol.3. Optical Society of America: New York, USA, 1924.
14. Lu, C. Reviewing Evolution of Learning Functions and Semantic Information Measures for Understanding Deep Learning. *Entropy* **2023**, *25*, 802. <https://doi.org/10.3390/e25050802> [回顾学习函数和语义信息测度的进化——进而理解深度学习](#) [Reviewing Evolution of Learning Functions and Semantic Information Measures for Understanding Deep Learning \(survivor99.com\)](#)
15. Lu, C. Channels' Confirmation and Predictions' Confirmation: From the Medical Test to the Raven Paradox. *Entropy* **2020**, *22*, 384. <https://doi.org/10.3390/e22040384>. [信道的确证和预测的确证:从医学检验到乌鸦悖论](#)
16. Lu, C. Causal Confirmation Measures: From Simpson's Paradox to COVID-19. *Entropy* **2023**, *25*, 143. <https://doi.org/10.3390/e25010143>. [因果确证测度:从辛普森悖论到 COVID-19](#)
17. 鲁晨光, 美国颠倒光谱哲学论争, 《哲学动态》, **1989**, No.8, pp. 7-10.
18. Wittgenstein, L. *Philosophical Investigations*, G.E.M. Anscombe and R. Rhees (eds.), G.E.M. Anscombe (trans.), Blackwell: Oxford, UK. 1953.

更多讨论见作者网站: <http://survivor99.com>