令和 5 年度 卒業論文
ネガポジ反転フィルターによる食欲への影響の調査

鈴木　航
Chiba Institute of Technology

2026 年 1 月 29 日

謝辞

本論文の執筆にあたり, 指導をして頂いた上田隆一教授に感謝します.

目次

第 1 章

序論

1.1　研究背景

近年，肥満や生活習慣病の増加が社会問題となる中で，過食を効果的に抑制する手法の一つとして，食べ物の色彩操作が注目されている．食行動において視覚情報は味覚や嗅覚と同様に食欲へ強い影響を及ぼすことが知られており，先行研究では，食品の色彩が「おいしさの評価」や「食欲の増減」に関与することが示されている．一般に，暖色系は食欲を高め，寒色系は食欲を低下させる傾向が報告されている．さらに，人は食品の色が普段のイメージから大きく外れている場合に食欲が減衰することも指摘されている．しかし，過食を抑制することを目的として食品の色を物理的に調整することは，着色料により質感・明るさといった色以外の要素まで変化してしまうため，純粋に見た目の効果を評価する上で困難が伴う．この課題に対し,AR（Augmented Reality）などの拡張現実技術を用いることで, 現実の食品に対して任意の色変換を重畳でき, 食行動における視覚の操作が容易に実現可能となる．このように,HMD（Head Maunt Display）や VR ゴーグルを用いた色彩操作は, 過食抑制や食生活改善に向けた新たなアプローチとして有望視されている．

図 1.1　ネガポジ反転されたラーメン

1.2　関連研究

青色フィルタによる食欲を減衰させる研究では, シースルー型の HMD（Head Maunt Display）を用いて, 目の前にある料理に青色フィルタを重畳させる手法が提案されている．この手法では, 食事が進むにつれて青色フィルタの強度を段階的に強めることで, 料理を美味しく食べながらも視覚的に食欲を減衰させる効果を狙っている．常時青色フィルタを適用する手法やフィルタを適用しない手法と比較した結果, 提案手法では食欲の低下, 満腹感の増加, そして食事時間の延長が確認されており, 食行動の制御に有効であることが示された．本研究では,「色の反転」という極端な視覚変換に着目し，その操作が食欲にどのような影響を及ぼすかを調査する

1.3　研究目的

Unity においてネガポジ反転フィルターアプリを作成, 実装し, ネガポジ反転フィルターによる食欲の評価を行う．本稿では具体的な実装の内容について 3 章で説明し, 4 章で評価実験の方法と結果について説明する．

第 2 章

研究の目的

食べ物の色を反転させ食欲を減退するシステムの構築

第 3 章

提案手法

3.1 実験の概要

図に書くと図??っていう感じ．式で書くとだいたい以下のような感じになるんじゃないんかなー．式 (3.12) が肝．

$$s_0, a(t_0), s(t_1), a(t_1), s(t_2), a(t_2), \ldots, a(t_{T-1}), s_{\mathrm{f}} \quad (s_0 = s(t_0), s_{\mathrm{f}} = s(t_T)). \tag{3.1}$$

$$s_0, \pi(s_0), s(t_1), \pi(s(t_1)), s(t_2), \pi(s(t_2)), \ldots, \pi(s(t_{T-1})), s_{\mathrm{f}} \tag{3.2}$$

$$\pi : \mathcal{S} \to \mathcal{A} \tag{3.3}$$

$$\mathcal{S} = \{s_i | i = 0, 1, 2, \ldots, N-1\}, \text{ and} \tag{3.4}$$
$$\mathcal{A} = \{a_j | j = 0, 1, 2, \ldots, M-1\} \tag{3.5}$$

$$\pi : \mathcal{S} - \mathcal{S}_{\mathrm{f}} \to \mathcal{A}. \tag{3.6}$$

$$\dot{\boldsymbol{x}}(t) = \boldsymbol{f}[\boldsymbol{x}(t), \boldsymbol{u}(t)], \quad \boldsymbol{x}(0) = \boldsymbol{x}_0, \quad t \in [0, t_{\mathrm{f}}]. \tag{3.7}$$

$$g[\boldsymbol{x}(t), \boldsymbol{u}(t)] \in \Re \quad (t \in [0, t_{\mathrm{f}}]). \tag{3.8}$$

$$J[\boldsymbol{u}] = \int_0^{t_{\mathrm{f}}} g[\boldsymbol{x}(t), \boldsymbol{u}(t)] dt + V(\boldsymbol{x}_{\mathrm{f}}). \tag{3.9}$$

$$\max_{\boldsymbol{u}:[0,t_{\mathrm{f}})\to\Re^m} J[\boldsymbol{u}; \boldsymbol{x}_0]. \tag{3.10}$$

$$\boldsymbol{\pi}^* : \Re^n \to \Re^m \tag{3.11}$$

$$\begin{aligned}\max_{\boldsymbol{u}:[0,t_\mathrm{f})\to\Re^m} J[\boldsymbol{u};\boldsymbol{x}_0] &= \max_{\boldsymbol{u}:[0,t')\to\Re^m} \int_0^{t'} g[\boldsymbol{x}(t),\boldsymbol{u}(t)]dt \\ &\quad + \max_{\boldsymbol{u}:[t',t_\mathrm{f})\to\Re^m} \int_{t'}^{t_\mathrm{f}} g[\boldsymbol{x}(t),\boldsymbol{u}(t)]dt + V(\boldsymbol{x}_\mathrm{f}) \\ &= \max_{\boldsymbol{u}:[0,t')\to\Re^m} \int_0^{t'} g[\boldsymbol{x}(t),\boldsymbol{u}(t)]dt + \max_{\boldsymbol{u}:[t',t_\mathrm{f})\to\Re^m} J[\boldsymbol{u};\boldsymbol{x}(t')]. \end{aligned} \tag{3.12}$$

$$\begin{gathered} V^{\boldsymbol{\pi}}(\boldsymbol{x}) = J[\boldsymbol{u};\boldsymbol{x}], \\ \text{where } \boldsymbol{u}(t) = \boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{x}(t)),\ 0 \le t \le t_\mathrm{f}. \end{gathered} \tag{3.13}$$

$$\begin{gathered} \mathcal{P}^a_{ss'} = P[s(t_{i+1}) = s' | s(t) = s, a(t) = a], \\ (\forall t \in \{t_0, t_1, \ldots, t_{T-1}\}, \forall s \in \mathcal{S} - \mathcal{S}_\mathrm{f},\ \text{and } \forall s' \in \mathcal{S}). \end{gathered} \tag{3.14}$$

$$\mathcal{R}^a_{ss'} \in \Re \tag{3.15}$$

$$J[a; s(t_0)] = J[a(0), a(1), \ldots, a(t_{T-1})] = \sum_{i=0}^{T-1} \mathcal{R}^{a(t_i)}_{s(t_i)s(t_{i+1})} + V(s(t_T)), \tag{3.16}$$

$$\max J[a; s(t_0)]. \tag{3.17}$$

$$J^{\boldsymbol{\pi}} = \int_{\mathcal{X}} p(\boldsymbol{x}_0) J[\boldsymbol{u};\boldsymbol{x}_0] d\boldsymbol{x}_0 \quad \Big(\boldsymbol{u}(t) = \boldsymbol{\pi}(\boldsymbol{x}(t))\Big), \tag{3.18}$$

$$\frac{\partial V(\boldsymbol{x})}{\partial t} = \max_{\boldsymbol{u}\in\mathcal{U}} \left[g[\boldsymbol{x},\boldsymbol{u}] + \frac{\partial V(\boldsymbol{x})}{\partial \boldsymbol{x}} \boldsymbol{f}[\boldsymbol{x},\boldsymbol{u}] \right]. \tag{3.19}$$

$$U_\mathrm{att}(\boldsymbol{x}) = \frac{1}{2}\xi\rho^2(\boldsymbol{x}) \tag{3.20}$$

$$U_\mathrm{rep}(\boldsymbol{x}) = \begin{cases} \dfrac{1}{2}\eta \left(\dfrac{1}{\rho(\boldsymbol{x})} - \dfrac{1}{\rho_0} \right)^2 & \text{if } \rho(\boldsymbol{x}) \le \rho_0, \\ 0 & \text{if } \rho(\boldsymbol{x}) > \rho_0, \end{cases} \tag{3.21}$$

$$U(\boldsymbol{x}) = U_\mathrm{att}(\boldsymbol{x}) + U_\mathrm{rep}(\boldsymbol{x}) \tag{3.22}$$

$$\begin{aligned} \boldsymbol{F}(\boldsymbol{x}) &= -(\partial U/\partial x_1, \partial U/\partial x_2, \ldots, \partial U/\partial x_n)^T \\ &= -\nabla U(\boldsymbol{x}). \end{aligned} \tag{3.23}$$

$$V(\boldsymbol{x}; \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_{N_\theta})$$

$$\phi_i(\boldsymbol{x}) = \exp\left\{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{c}_i)^t M_i(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{c}_i)\right\}, \tag{3.24}$$

$$b_i(\boldsymbol{x}) = \frac{\phi_i(\boldsymbol{x})}{\sum_{j=1}^{N_\phi}\phi_j(\boldsymbol{x})},\ (N_\phi:\ \text{number of RBFs in the space}) \tag{3.25}$$

$$V(\boldsymbol{x}) = \sum_{i=1}^{N_\phi}\nu_i b_i(\boldsymbol{x}). \tag{3.26}$$

$$\phi_i(x) = \exp\left\{-\frac{1}{2}(x-i)^2\right\}$$

$$V(\boldsymbol{x}) = \sum_{i=0}^{3} w_i V(\boldsymbol{x}_i) \tag{3.27}$$

表 3.1　謎のパラメータ

(a)

parameter	value	
ℓ_1, ℓ_2	1.0	[m]
ℓ_{c1}, ℓ_{c1}	0.50	[m]
m_1, m_2	1.0	[kg]
I_1, I_2	1.0	[kg m^2]
g	9.8	[m/s^2]

(b)

variable	domain
θ_1	$(-\infty, \infty)$
θ_2	$(-\infty, \infty)$
$\dot\theta_1$	$[-720, 720]$[deg/s]
$\dot\theta_2$	$[-1620, 1620]$[deg/s]
τ	$-1, 0,$ or 1[Nm]

第 4 章

実験

VR ゴーグルを装着した状態でカップラーメンを食べる実験を行った.

第 5 章

結論

得られた知見を定量的に述べましょう．予稿等では箇条書きにしたほうがよいのですが,卒論の場合はどうせ長くなるので箇条書きは不要です.

付録 A

付録

付録です.