

平成27年度 修士研究論文

料理写真撮影におけるおいしそうな
構図決定を支援するシステム

電気通信大学 大学院情報理工学研究科
総合情報学専攻 メディア情報学コース

1430019 柿森 隆生

主任指導教員 柳井 啓司 教授

指導教員 橋本 直己 准教授

平成28年1月29日

概要

昨今、スマートフォンなどの普及により、皆が自由に写真撮影できる環境が整っている。また、撮影した写真を Twitter や Facebook に代表される SNS に投稿しコミュニケーションをとることが一般的になっている。しかし、素人が魅力的な写真を撮影することは難しい。魅力的な写真を撮影するためには、写真に関する道具と知識が必要になる。我々はスマートフォンが普及していることを考慮し、スマートフォンで、おいしそうに見える料理写真を撮影できるよう支援する。

我々は素人でも料理がおいしそうに見える構図で撮影できるように、撮影前に構図を提示し、料理を並び替えさせ、おいしそうに見える構図で撮影できるように支援する。ユーザは、まずシステムに料理を入力する。本システムでは料理認識モジュールを実装しており、システムに自動で認識させることができる。そして、その認識した料理の特徴に基づいて、システムは構図を作成し、ユーザに提示する。その構図は一般的な写真に用いられる構図を基にして作成している。また、撮影時のインタフェースでは、料理を置く位置だけでなく、撮影端末の角度も指示する。ユーザは、それらの指示に従い料理を並び替え、端末をシステムの指示する角度に設定することでおいしそうな料理写真を撮影できる。さらに、おいしそうに見える構図に個人差があることも考慮し、システムが提示する構図とは別にユーザが簡単な操作で構図を作成し、システムに登録し、後で使用できるインタフェースについても提供する。ユーザが構図を作成するインタフェースではスマートフォンならではのピンチアウトやピンチインといった操作を取り入れ、作成しやすいように工夫をしている。また、作成した構図のデータもユーザが扱いやすいように工夫した。

システムに関する評価実験は2種類行った。システムの操作性に関する評価実験と、撮影した写真の質に関する評価実験である。操作性に関しては、使いやすいなどの意見があった。写真の質に関しては実験で用いた写真全てにおいて、システムを使用しない場合を上回った。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
第2章	関連研究	3
2.1	料理写真の撮影方法	3
2.2	写真撮影支援に関する研究	3
2.3	写真を編集し魅力的にする研究	5
2.4	写真の芸術性の評価に関する研究	6
2.5	一般物体認識の研究	6
第3章	卒業研究で構築したシステム	8
3.1	概要	8
3.2	提案手法	9
3.2.1	画像の下準備	9
3.2.1.1	グレースケール化	9
3.2.1.2	濃度階調変換	9
3.2.1.3	ガウシアンフィルタ	9
3.2.1.4	Canny エッジ検出器	10
3.2.1.5	外周エッジの削除	10
3.2.2	楕円検出	10
3.3	卒業研究の手法の貢献	10
3.4	卒業研究の手法の問題点	10
第4章	本システムにおいて使用される構図と撮影テクニック	13
4.1	言葉の定義	13
4.1.1	本システムで採用した基礎構図とその特徴	14

4.1.1.1	日の丸構図	14
4.1.1.2	対角構図	15
4.1.1.3	フィボナッチ螺旋	15
4.1.1.4	三分割法	15
4.1.2	基礎構図の決定方法	15
4.2	基礎構図から構図を作成する手法	17
第5章	料理撮影支援機能のインタフェース	19
5.1	タッチによる料理の入力インタフェース	20
5.1.1	アイコンを選択する手法のメリットとデメリット	21
5.2	料理に特化した一般物体認識による料理の入力	21
5.2.1	料理認識のメリットとデメリット	23
5.3	撮影時のインタフェース	24
第6章	構図作成機能	27
6.1	構図作成インタフェース	27
6.2	ユーザ定義構図の保存形式	29
6.3	作成した構図の使用方法	31
第7章	実験	34
7.1	システムの操作性の評価実験	34
7.2	システムの操作性の評価実験の結果	34
7.3	システムの操作性に関する評価実験の考察	34
7.4	システムで撮影した写真に関する評価実験	35
7.5	システムで撮影した写真に関する評価実験の結果	37
7.6	システムで撮影した写真に関する評価実験の考察	37
第8章	おわりに	41
8.1	まとめ	41
8.2	今後の課題	42
	参考文献	43
	付録A 認識できる料理 100 種類と想定している皿の形と料理の量	46
	付録B システムで撮影した写真	50

第 1 章

はじめに

1.1 背景

昨今、スマートフォンなどが普及しており、誰でも気軽に写真を撮影し、Twitter や Facebook に代表される SNS を用いて友人と共有することも増えてきている。また、DIY(Do It Yourself) といった考えも普及してきており、例えば料理店の店主が料理を自分で撮影し、メニューを自作することや、広告を自作することも行われる。このように写真撮影の素人であっても人に見てもらおう写真を撮影する機会は増えてきている。しかし、一般的に魅力的な写真を撮影するには高額なカメラと、多数存在するレンズから適切なものを選択し、被写体に適した構図を当てはめ、光の当て方を工夫し、撮影後に画像編集ソフトを用いて編集する必要がある。写真撮影の素人が全ての道具を揃えて、全ての工程を行うことは難しく、多くの手間がかかる。よって、身近に存在するスマートフォンを用いて、手軽に、できるだけ良い写真を撮影する方法が望ましい。人物や風景写真について良い写真を撮影する方法には多くの研究がある [1–8]。一方、Twitter では多くの料理写真が投稿されており、料理写真に対する撮影支援も必要とされている。多くの人が持っている機材で、素人でも簡単に操作が行え、短時間で撮影できる手法が望ましい。理由として、プロの料理写真家とは異なり、素人は撮影後にその料理を食べるため、撮影に十分に時間をかけることができない。

このように、素人向けの料理写真撮影支援は望まれており、撮影支援システムを多くの人が持っているスマートフォンで実装することには大きな意味がある。

1.2 目的

本研究の目的は、料理写真撮影の素人でも短時間でおいしそうな料理写真を撮影する支援を行うことである。システムの実装は多くの人を持っており、素人でも扱いやすいスマートフォンで実装する。

一般的に料理写真をおいしそうに撮影するには「構図」「フォーカス」「ライティング」「色調」を適切に設定することが必要である。システムは、ユーザが構図決定を行う支援および決定した構図を使用した撮影の支援を行う。その他 3 つの要素については先行研究が存在するため、今後の課題とした。料理写真の構図は「料理の数」、「皿の形」、「皿と料理の大きさ」によって決定される [9–11]。本システムはユーザからの入力またはシステムの自動認識機能により、これらの情報を取得し、システムに登録されている構図データから適切なものを選択し、組み合わせ、ユーザに提示する。また、システムが提示する構図とは別にユーザが独自に構図を作成し、システムに登録できるインタフェースも有する。本システムを使い、料理写真撮影に慣れてきたユーザが独自の構図を保存し管理しやすく、本システムを用いるユーザ間で保存した構図を共有しやすいような工夫も施した。

このように素人が短時間でおいしそうな料理写真を撮影する支援を行うのみならず、ユーザ独自の構図の作成支援と、ユーザ間でそれを共有しやすい手法を提案する。

第2章

関連研究

本研究では、スマートフォンを用いておいしそうに見える構図をユーザに対して提示することで、撮影支援を行う。構図は料理によって決定される。ユーザが料理の特徴をシステムに入力する方法の他、一般物体認識を用いた料理認識モジュールで認識する方法も実装している。よって、本章では、料理写真の撮影方法、撮影支援に関する研究、写真を編集し魅力的にする研究、そして一般物体認識の研究を紹介し、本研究との相違点や関連性を述べる。

2.1 料理写真の撮影方法

我々は本システムを作成するに当たり、おいしそうに見える料理写真とは何かを知る必要があった。構図を決定するルールや、料理写真において良いとされる構図は主に3冊の文献 [9–11] から学んだ。これらの文献では料理写真をおいしそうに撮影する方法として、画像編集や照明の当て方、カメラとレンズの選び方などが紹介されているが、ユーザが素人であることと、スマートフォンを用いることを考慮し、我々は構図に焦点を当て、参考文献の知識をシステムに組み込んだ。

2.2 写真撮影支援に関する研究

魅力的な写真を撮影するための支援を行うアプリに PoseCam [8] がある。このアプリは良い構図で写真を撮影できるように、様々な図形でユーザの撮影を支援するアプリである (図 2.1)。撮影時のプレビュー画面に図形を描画することで、ユーザの撮影を支援する手法は同じであるが、このアプリはプレビューする図形をユーザ自身が選択しなければならない点で異なる。写真撮影の素人にとって、撮影する

ときに被写体から適切な構図を読み取り、その構図を表す図形を選択することは難しい。本システムではユーザが料理や皿の特徴を入力する、またはシステムが自動で料理を認識することで、システムがその料理に適する構図を決定しユーザに提示する。

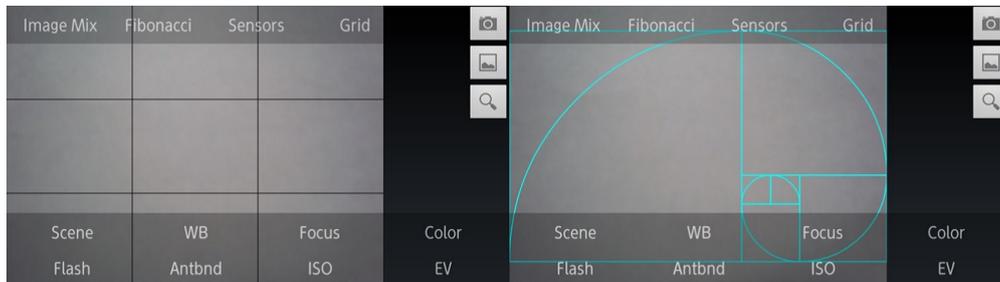


図 2.1: PoseCam が提示する構図の例

ユーザへ撮影の支援を行う特許は多く存在している。ユーザの撮影に先立ってアドバイスを行うカメラにオリンパス光学工業株式会社の特許 [1] が存在する。適した構図にユーザを導く点で同じであるが、人物を対象にしていること、カメラ姿勢の指示のみである点で異なる。

同様の研究として富士写真フイルム株式会社の特許 [2] が存在する。この特許は物体との距離を計測し、一番近い物を主要被写体とする。しかし料理においては、ユーザが一番近い料理が主要であるとは限らない。本研究における被写体は料理であり、ユーザが主要な料理を選択する。

人物に限らない構図支援としてカシオ計算機株式会社の特許 [3] が存在する。この特許は、様々な被写体に対して、適した構図になるように導く。しかし、指示内容がカメラ姿勢とカメラの位置の指示に限られており、本研究のように被写体の配置指示は行っていない。

ミノルタ株式会社の特許 [4] では人物写真において、ユーザはカメラを構えるだけで、カメラが適した構図になるようにレンズ部分を駆動させ、撮影できるカメラを開発した。本研究では被写体の再配置の指示を行うため、被写体の位置を変更することができる。

キャノン株式会社の特許 [5] ではターゲットマークを用いて被写体を適切な位置に合わせて撮影できるよう支援を行っている。しかし、人物や風景写真のみに特化している。本研究では料理を対象としており、人物や風景では不可能な、被写体の配置指示を行うことに差異がある。

ソニー株式会社の特許 [7] はカメラを台に設置することでカメラが自動で適した

構図になるよう回転とズームを行い、自動的に撮影を行う、撮影者が必要ないカメラを開発した。室内で人物を対象にしている点、ユーザへの支援は行わない点で本研究とは異なる。

株式会社ニコンの特許 [6] はエッジを検出し、写真の縁に被写体が収まっているかの判定を行い、そうでない場合は、ユーザに警告を出すカメラを開発した。料理写真においては被写体が写真に全て収まっていることが、おいしそうな料理写真の要素ではない。本システムでは料理を写真からはみ出させるような指示も行う。

2.3 写真を編集し魅力的にする研究

料理写真をおいしそうにするサービスとして超！美味しく変換 [12] が存在する。このサービスは画像一枚を入力とし、おいしそうに見えるように色調補正を行い、画像一枚で出力するシステムである。複雑な操作や画像編集の知識を必要とせず、素人にも簡単に扱えるところで同じであるが、我々は構図に着目した。

画像内の被写体の再配置や、構図の変更を行う研究としてリターゲットングがある。Lingang Liu ら [13] は写真の良さを 3 分割法、対角構図、写真のバランス、サイズから数値化し、リターゲットングを行った。3 分割法、対角構図とは写真における有名な構図である。しかし、この手法は既存の画像から一部を切り抜くので、2 つの被写体の位置を入れ替えるなどの操作は行えない。我々の研究では撮影前に指示を行うのでユーザの手で料理を並び替えることができる。

画像の光源を変更させる研究としてリライティングがある。Peiran Ren ら [14] はニューラルネットを用いて画像の光源を撮影後に編集する手法を提案した。料理写真においても光を当てる方向や強さはおいしく見せるために重要な要素であるが、この手法では数 100 枚の写真を撮影しなければならず、素人では扱えない。我々は素人を対象としているところ、構図に着目している点で異なる。

画像内の被写体の遠近感を推定することで、撮影後にボケを付けることができる。Fayao Liu ら [15] は一枚の画像から画像の奥行き推定を行った。画像の奥行きが推定できれば、その奥行きにしたがって画像にボケを付けることができる。料理写真に限らず写真を魅力的にする方法の一つにボケが存在する。スマートフォンによる撮影では、ボケをつけることができないので有用であるが、我々は写真の構図に着目した。

また Lytro [16] というカメラが存在している。このカメラは撮影後に自由に Depth of Field(DoF) を編集し、ボケを編集できる (図 2.2)。このカメラの技術を用いるこ

とで、素人でも自由にボケを操作できる。料理写真においてもボケは大切であるが、我々は構図に着目した。

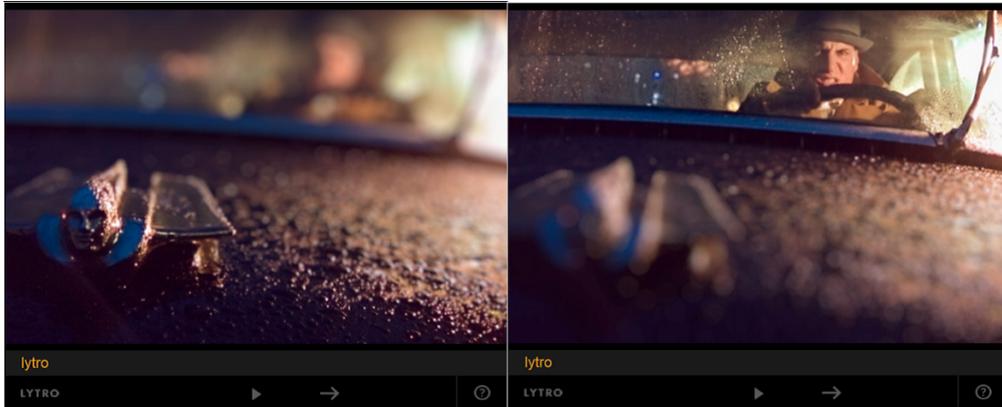


図 2.2: Lytro はこのように撮影後に画像の DoF を操作できる。左の画像は運転手にピントが合っていないが、右の画像は運転手にピントを合わせている。

2.4 写真の芸術性の評価に関する研究

写真の芸術性を自動で判別する研究 [17, 18] も行われている。これらの研究では DCNN を用いて、写真の芸術性を学習し、分類する研究である。本研究では撮影後の写真に対して芸術性の評価は行っていない。しかし、今後の課題として撮影後に芸術性の評価を行うことも考えられる。その場合、これらの研究とは異なり、料理写真に特化した手法を検討する必要がある。

2.5 一般物体認識の研究

画像の中に写っている物体の名称を特定する一般物体認識は昔から研究が盛んに行われてきている。2012 年までは、画像から物体を判別するための特徴量を研究者が設計していた。特徴量とは画像内の物体の特徴的な部分をベクトルで表したものである。一般的には色の勾配やヒストグラムが用いられることが多かった。代表的な汎用特徴量として SIFT 特徴量 [19] や SURF 特徴量 [20], ORB 特徴量 [21] が用いられてきた。これらの特徴量は物体の回転や照明変化に頑強であったが、見た目が似ているものを区別しにくい弱点があった。

2012年に Alex ら [22] が Deep Convolutional neural networks(DCNN) を提案し、今まで研究者が設計した特長量に変わって、DCNN がその画像に適した特徴量を自動で抽出できるようになった。この研究により、一般物体認識の精度は 10%以上向上した。本研究でも DCNN の 1 種である Network in Network を用いた料理に特化した一般物体認識 [23] を実装している。この認識モジュールによって料理 1 皿につき 0.5 秒以下で上位 1 位では 74%の精度で、上位 5 位では 93.5%の精度で認識することが可能である。

第 3 章

卒業研究で構築したシステム

本研究では、我々の卒業研究 [24] で構築したシステムを拡張している。[24] も同様にスマートフォン上で素人に対して料理写真撮影の支援を行ったが、一度に撮影できる枚数が 1 皿限定であったり、皿の形や料理の種類による構図のバリエーションが無いといった問題があった。本章では [24] について概要と手法、問題点を簡単に示す。

3.1 概要

卒業研究で提案した料理写真撮影支援システム [24] について、システムのユーザが操作する流れを説明する。システムの処理のフローチャートを図 3.1 に示した。

- (1) ユーザがシステムを起動する。
- (2) スマートフォンを料理にかざす。
- (3) スマートフォンの傾きや、料理との距離をユーザがシステムの画面を見ながら調整する。
- (4) 2, 3 ではシステムが図 3.1 の処理をくりかえし行い、基準を満たすと自動で撮影される。
- (5) 撮影された写真を確認する。

2 から 4 のステップにおいて、システムは常に図 3.1 をループしており、図 3.1 の分岐が満たされたときに撮影が自動で行われる。図 3.1 における採点とは、検出された楕円の中心の座標、回転角、短軸と長軸の長さがそれぞれ基準値を超えるかどうかの判定を意味している。撮影した写真は端末に保存され、卒業研究のシステムは

Twitter などと連携し、アップロードすることが可能になっている。

3.2 提案手法

従来システムは図 3.1 にあるように、大きく分けて 3 つのステップで成り立っている。このセクションではそれらのステップについて説明する。

3.2.1 画像の下準備

画像内から物体や直線や楕円などを検出する際に、検出精度を高めるために画像に下準備を行うことが一般的である。従来システムでも楕円検出を可能にするため、また精度を高めるために下準備を行った。

3.2.1.1 グレースケール化

楕円を検出することにおいて色情報は必要ない。よって、全ての処理の一番初めにグレースケール化を行う。

3.2.1.2 濃度階調変換

この先で行う Canny エッジ検出は画像の明度の差を利用したエッジ検出である。しかし、一般的な画像は画像内の明度が均一ではなく、偏っている場合が多い。例えば、明るい部屋で撮影した写真は明度が明るいほうに偏っている。このように明度が偏っているとエッジ検出の精度が落ちてしまう。よって、濃度階調変換を行うことで、明度のばらつきを均一化し、後の処理の精度を高める。

3.2.1.3 ガウシアンフィルタ

エッジ検出は明度の差を利用するが、写真には細かいノイズや、エッジと見なすには細かい線などが含まれている。これらが含まれたままエッジ検出を行うと、本当に抽出したかったエッジが抽出できないことがある。よって、不要な明度の勾配を消すために、ガウシアンフィルタをかける。ガウシアンフィルタは以下の式で示される。

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3.1)$$

x と y はそれぞれ注目した画素からの距離を表しており、 σ は分散を表している。

3.2.1.4 Canny エッジ検出器

エッジを検出する方法として安定して処理が速く良い結果を出すと言われている Canny の手法 [25] を使用した。

3.2.1.5 外周エッジの削除

この処理は卒業研究の研究特有の処理である。料理写真を撮影するときに背景に小さい物体が写りこんでしまう場合が多い。そのため、画像の端のほうにあるエッジを削除することで、後の処理の誤認識を減らす。

3.2.2 楕円検出

卒業研究で用いた手法はハフ変換 [26] と呼ばれる一般的な手法である。ただし、この手法はノイズに弱いという欠点があるため、前のセクションで述べたようにノイズ除去などを徹底して行った。

3.3 卒業研究の手法の貢献

卒業研究ではカメラをかざし、システムのガイドに従い、おいしそうな構図になった時にシステムが自動で撮影を行ってくれるシステムを提案した。このシステムにより、良い構図を知らないユーザでもカメラのシャッターを押すタイミングを気にせずカメラの指示に従うだけでおいしそうな構図の写真が撮影できる。

卒業研究で撮影した写真の例が図 3.2 である。

3.4 卒業研究の手法の問題点

卒業研究で提案した手法には大きな欠点が 3 つあった。1 つはシステムが提示する構図が 1 パターンしかないことである。例えば、ラーメンを撮影する場合も、うな重を撮影する場合も同じ構図が提示されてしまう。2 つめは、複数の皿を同時に撮影する構図を提示できないことである。特に日本では定食料理が一般的であり、ご飯と味噌汁と焼き魚からなる定食を撮影する時に、全てをまとめて撮影したいという欲求は当然であるが、卒業研究のシステムでは 1 皿を写すことしかできなかった。そして 3 つめは、非常にノイズに弱いという欠点があった。上記で説明した通

り、ノイズ除去や精度を高める処理は行っていたが、それでもなお模様のあるテーブルクロスの上や、背景に物が写りこんでしまうと誤認識を起こし、撮影ができないといった問題があった。

1つめの問題を解決するために、料理写真の構図が何から決定されているのかを調査する必要があった。2つめの問題を解決するために、複数の皿に対応した手法、構図を調査する必要があった。3つめの問題を解決するために、よりノイズに強い強力な認識手法を実装する必要があった。

我々はこれらの問題を解決するために研究を行ってきた [27–29]。本システムはこれらの卒業研究の問題を解決し、さらに新たな機能を追加したシステムを提案し、実験を行い有用性を示す。

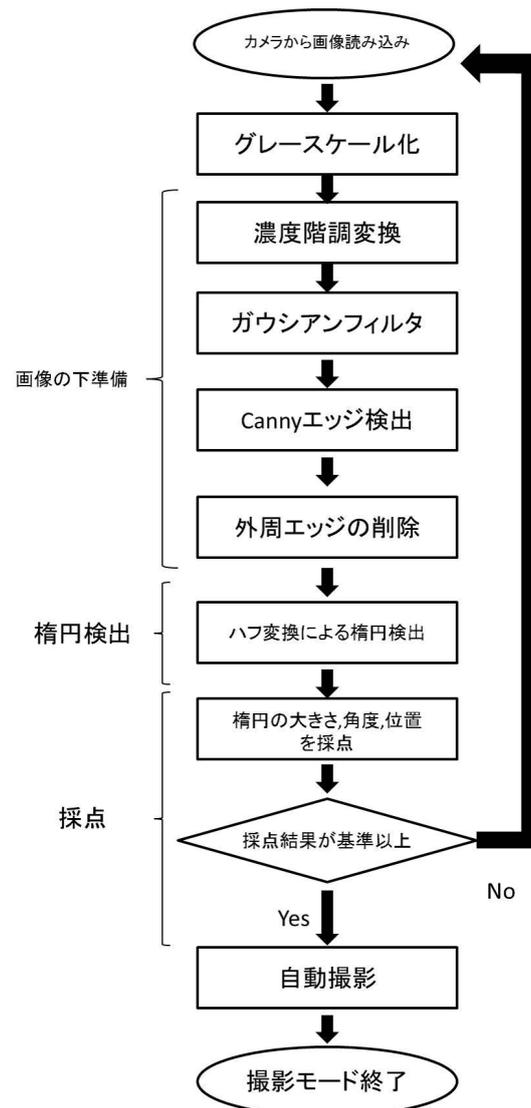


図 3.1: 撮影支援システムのシステムフロー (文献 [24] より引用)



図 3.2: 卒業研究で撮影した写真の例. 左は坦々麺, 右はロールキャベツである.

第4章

本システムにおいて使用される 構図と撮影テクニック

本システムは料理がおいしく見える構図をユーザに提示する。提示される構図がどのように決定されるのか、またどのような根拠のもと提示されるのかを本章で説明する。

4.1 言葉の定義

本論文では構図という言葉がたびたび登場する。ここで、本論文における構図の定義を行う。

構図とは料理写真内における「料理の数」と、それぞれの「位置」、「回転角」、「占有面積」、そして「撮影時のカメラの角度」のことを意味している。構図を構成するこれらの要素が一意に決まることを構図が決定されると定義した。よって、本システムではユーザに対してこれらの要素を指示することで、撮影支援を行う。また、本論文では基礎構図という言葉を用いる。よって、基礎構図の定義も行う。

基礎構図とは構図を決定するための指針である。この基礎構図は風景写真や人物写真などでも適用されるものである。代表的なものとして、「日の丸構図」「対角構図」「フィボナッチ螺旋」「三分割法」などが存在しており、本システムでもこれらを採用している。

また、本論文において料理をメイン料理とサブ料理の2種類に分類している。メイン料理とはユーザが一番メインにして撮影したいと考える料理であり、通常は主菜である。サブ料理はメイン料理ではない料理を指す。

4.1.1 本システムで採用した基礎構図とその特徴

本システムでは4種類の基礎構図を基に構図を作成している。これらの4種類の基礎構図は単独で使うだけでなく、組み合わせて使用する場合もある。その4種類について説明する。これら4種類は [8] でも使用されている。

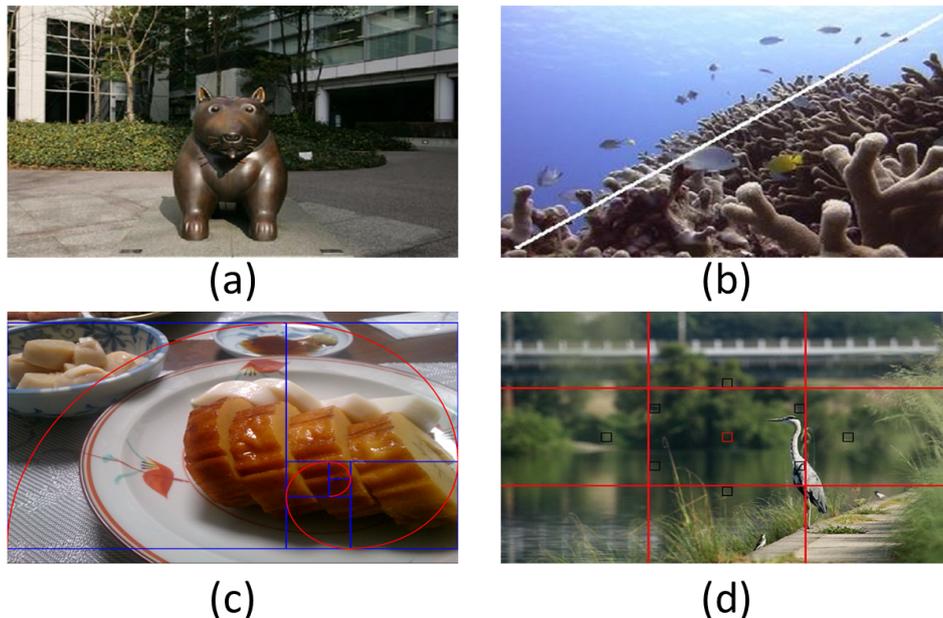


図 4.1: 基礎構図とその例. (a) 日の丸構図. (b) 対角構図. (c) フィボナッチ螺旋. (d) 三分割法 ([27] より引用)

4.1.1.1 日の丸構図

図 4.1-(a) で表される基礎構図である。この基礎構図は単純であり、写真の中央部に被写体を置く。素人は意図せずこの基礎構図を用いて撮影を行うことが多く、風景写真や人物写真においては、つまらない基礎構図の代表として扱われることも多い。例として提示した図 4.1-(a) も例外ではなく面白みにかける写真になってしまっている。しかし、料理写真においては日の丸構図は有効である場合がある。風景写真や人物写真と違い料理写真は写真全体の雰囲気ではなく、料理をしっかりと見たい場合が多い。そのような場合には被写体が大きく中心に写る日の丸構図が効果的といえる。

4.1.1.2 対角構図

図 4.1-(b) で表される基礎構図である。この基礎構図は特に風景写真では有効とされている。この基礎構図を適用することで写真に遠近感を出すことができる。図 4.1-(b) でも遠近感が生まれている。しかし、料理写真において遠近感を出すのは難しい。写真撮影のテクニックとして無駄なものを写さないことが大切であるとされており、料理写真はテーブルの外の物を写さないように遠近感を作る必要がある。よって、この構図を効果的に使える場合は限られてしまう。

4.1.1.3 フィボナッチ螺旋

図 4.1-(c) で表される基礎構図である。この基礎構図は写真に黄金比を導入したものであり、写真を黄金比の正方形で区切っていき、その正方形の 1 辺を半径とする内角 90 度の扇形を描いていく、この図形はフィボナッチ螺旋と呼ばれている。この螺旋の収束点に被写体を置くことで良い写真が撮影できると言われている。この 4 種類の中では素人にもっとも扱いにくい基礎構図であり、システムが被写体を置く位置を具体的に指定することが重要である。

4.1.1.4 三分割法

図 4.1-(d) で表される基礎構図である。写真の縦と横を三分割する直線を引き、その交点に被写体を配置する。この基礎構図も素人には扱いにくい、なぜならば 4 つの交点のどの位置に被写体を置くべきなのか、複数の被写体がある場合どうすべきなのか判断するのは難しいからである。この基礎構図だけでは素人はおいしそうに見える料理写真を撮影することはできないので、本システムが提案する手法のように、具体的にわかりやすく図示する必要がある。

4.1.2 基礎構図の決定方法

我々はこれらの基礎構図を料理写真にも適用できると考え、多くの料理写真を観察し、料理写真について調査 [9–11] をした結果、プロが撮影した料理写真の多くは以下の条件の下で基礎構図が適用されていることを発見した。

条件 1 メイン料理の皿の形が円形、正方形、長方形 or 楕円形の 3 種類うちいずれか。

条件 2 メイン料理の皿の面積が、メイン料理の料理部分の面積の 2 倍以上、または未滿。これら 2 種類のうちいずれか。

条件 3 サブ料理の数が 0 皿か 1 皿以上か.

以下, 本論文では条件 2 の前者を大料理, 後者を小料理と呼ぶ.

これらの条件に従い, 基礎構図を決定し, その基礎構図に沿ってシステムが構図を作成し, ユーザに提示する. 我々のシステムではこれらの条件の全ての組み合わせを予め作成しておく方法は採用していない. もし採用したとすると, メイン料理とサブ料理をそれぞれ 5 種類ずつと想定し, テーブルの上に 4 皿ある場合の構図は 5^4 通りになる. さらに, テーブルの上に 3 皿, 2 皿, 1 皿の場合も考えると, 全てを人手で作ることは非現実的である. よって, 我々は基礎構図を用いる手法を提案する. 基礎構図を用いた手法であれば, 表 4.1, 表 4.2 で示す分類に従った構図を作成する. 構図を料理の分類ごとに部品として保存しておき, これを組み合わせることでユーザに提示する構図を作成するので, 全てのパターンに対応できる.

表 4.1: メイン料理 1 皿の分類と適する基礎構図 ([27] より引用)

皿の形	料理のサイズ	基礎構図の分類
円形	大料理	三分割法
	小料理	日の丸構図
長方形 or 楕円形	大料理	対角構図
	小料理	該当料理無し ¹
正方形	大料理	対角構図+日の丸構図
	小料理	対角構図+日の丸構図

表 4.2: メイン料理 1 皿+サブ料理 1 皿以上に適する基礎構図 ([27] より引用)

メイン料理の皿の形	料理のサイズ	基礎構図の分類
円形	大料理	対角構図+フィボナッチ螺旋
	小料理	対角構図+三分割法
長方形 or 楕円形	大料理	対角構図
	小料理	該当料理無し ¹
正方形	大料理	対角構図+日の丸構図
	小料理	対角構図

¹そのような料理は一般的でない

4.2 基礎構図から構図を作成する手法

表 4.1, 表 4.2 で表される基礎構図から構図を作成した例を図 4.2, 図 4.3 に示す.

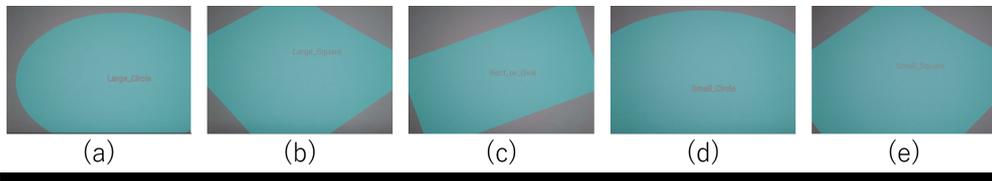


図 4.2: メイン料理 1 皿の場合の可視化された構図. 青のエリアにメイン料理を配置する. 以降の図形それぞれの説明は「皿の形, 皿と料理の面積比, 基礎構図」(a) 円形, 大料理, 三分割法. (b) 正方形, 大料理, 対角構図 + 日の丸構図. (c) 長方形 or 楕円形, 大料理, 対角構図. (d) 円形, 小料理, 日の丸構図. (e) 正方形, 小料理, 対角構図 + 日の丸構図.

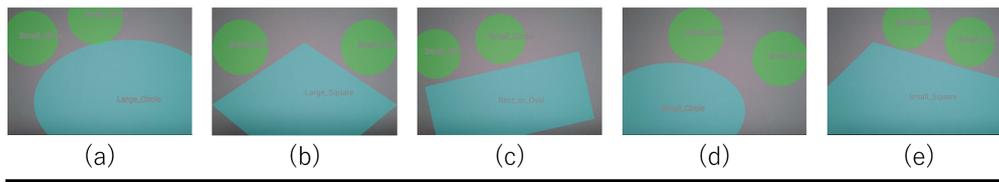


図 4.3: メイン料理 1 皿に加えてサブ料理 2 皿の場合の可視化された構図. サブ料理のエリアが緑で表される. メイン料理のエリアは青で表される. 図形それぞれの説明は「皿の形, 皿と料理の面積比, 基礎構図」(a) 円形, 大料理, 対角構図 + フィボナッチ螺旋 (b) 正方形, 大料理, 対角構図 + 日の丸構図 (c) 長方形, 大料理, 対角構図 (d) 円形, 小料理, 対角構図 + フィボナッチ螺旋 (e) 正方形, 小料理, 対角構図 + 日の丸構図

本システムはメイン料理とサブ料理の分類ごとに構図が部品としてシステムに予め保存されている. 基礎構図が決定された後, それらの部品を基礎構図のルールに従って組み合わせることでシステムは構図を作成し, ユーザに提示する.

フィボナッチ螺旋の基礎構図を元に構図を作成する場合, 図 4.3-(a) のように, 螺旋の終点上にメイン料理を配置する. サブ料理はフィボナッチ螺旋の螺旋上に接する角度で置く. 図 4.3-(a) では, サブ料理が丸皿だが, 図 4.4 のように, サブ料理が長方形の皿の場合, 同じサブ料理でも 4.4-(a) と図 4.4-(b) のように表示される位置によって傾きが異なる. この時カメラの角度は 45 度が望ましい.

対角構図の基礎構図を元に構図を作成する場合, 図 4.3-(c) のように写真の対角線に沿うように料理を傾けて置く. この時, サブ料理はメイン料理の傾きと平行に



図 4.4: フィボナッチ螺旋の基礎構図に長方形のサブ料理を配置した構図. 同じサブ料理でも置く位置によって長方形の傾きが変わる. (a) サブ料理 1 皿目に長方形の皿を配置した場合. (b) サブ料理 2 皿目に長方形の皿を配置した場合.

なるように置く. また, 置く位置はメイン料理よりも写真の奥側に置く. メイン料理よりも手前に置くとメイン料理を隠してしまう. この時, カメラの角度は 40 度が望ましい.

三分割法を単独で使う構図は図 4.2-(a) のみである. また, 日の丸構図を単独で使う構図は図 4.2-(d) のみである. 組み合わせる場合は対角構図と組み合わせる. メイン料理を日の丸構図に従い, 中央に置く図 4.3-(b) では写真の二本の対角線上にそれぞれサブ料理を配置する. 対角線構図のみの構図とは異なる. カメラの角度は 45 度が望ましい.

従来研究での撮影支援では基礎構図を提示するもの [8] が主流であった. しかし, 素人は基礎構図を表示されても, そこから意味を汲み取り自分の中で構図へと変換することができない. よって, 我々は具体的な構図を図示するシステムを提案する.

第5章

料理撮影支援機能の インタフェース



図 5.1: システムの起動画面. (1) メイン料理の形を選択するアイコン一覧 (2) 料理認識画面へと遷移するボタン (3) 構図作成画面へと遷移するボタン

本システムの料理撮影支援機能のユーザインタフェースについて説明する. システムの起動画面は図 5.1 である. ここからそれぞれの画面に遷移する. 本システムの撮影までの流れを説明する. まずシステムに撮影したい料理を入力する. このインタフェースは 2 通り用意している. 最後に, システムが提示する構図に従い撮影する.

5.1 タッチによる料理の入力インタフェース

図 5.1-(1) をユーザが選択することにより、メイン料理をシステムに入力する。ここでは、アイコンの意味を説明する。

アイコンの黒い円や矩形は皿の形を表している。例えば図 5.1-(1) の左上のアイコンは黒い円が描かれているので、丸皿を意味している。右上のアイコンは長方形と楕円が描かれているので、長方形または楕円の皿がメイン料理の場合にユーザが選択する。アイコンの青い円は皿に対する料理の大きさを表している。つまり大料理か小料理のどちらかを表している。図 5.1-(1) の左上のアイコンは青の円が大きく表されている。これは大料理を表す。一方、左下のアイコンは青の円が左上のアイコンに比べて小さい。こちらは小料理を表している。よって、これらのアイコンが表すメイン料理の種類は、左上から右方向に順に、「円形大料理」「正方形大料理」「長方形 or 楕円形」、左下から右方向に、「円形小料理」「正方形小料理」となる。

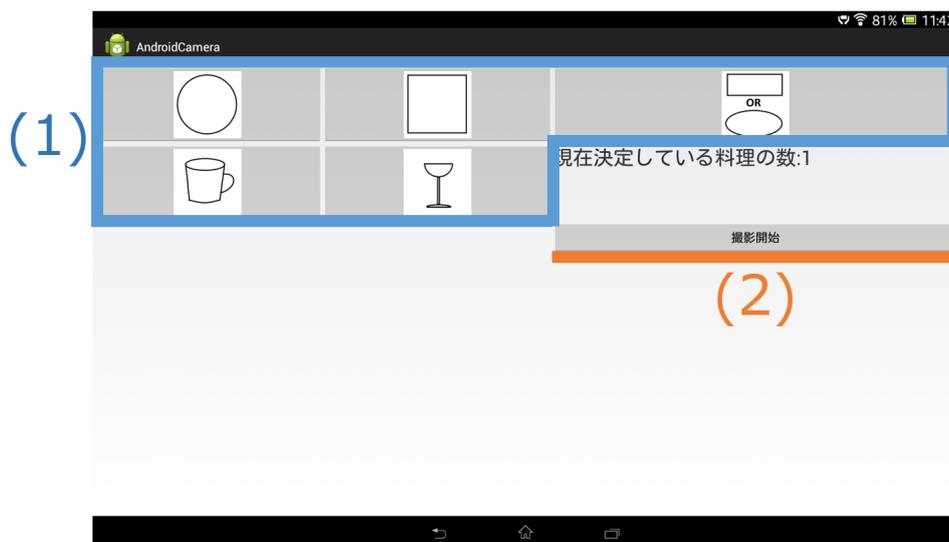


図 5.2: サブ料理選択画面。図 5.1-(1) のアイコンを選択することで、この画面へと遷移する。(1) サブ料理の形を選択するアイコン一覧 (2) 撮影画面へと遷移するボタン

メイン料理を選択すると図 5.2 に遷移する。この画面ではサブ料理を選択する。サブ料理を選択する場合、メイン料理を選択する場合と異なり、アイコンに青の円が無い。サブ料理では大料理と小料理の区別が無いためである。また、カップとグラスのアイコンが追加されている。カップとグラスは料理では無いが、メイン料理

と同時に撮影する機会が多いと考えたので、例外的にサブ料理に加えた。メイン料理が「円形小料理」の場合はサブ料理は 2 皿、それ以外の場合はサブ料理は 3 皿まで選択できる。また、サブ料理を 1 皿も選択しないこともできる。

図 5.2-(1) のアイコンの表す皿の形を説明する。左上から右方向に順に、「円形」「正方形」「長方形 or 楕円形」、左下から右方向へ、「カップ」「グラス」となる。

サブ料理の選択を終えた後、ユーザが図 5.2-(2) のボタンを選択することで、撮影時のインタフェースに遷移する。撮影時のインタフェースでは、図 5.1 と 5.2 で選択されたアイコンから表 4.1、表 4.2 のルールに従い構図が決定され、ユーザに提示される。

5.1.1 アイコンを選択する手法のメリットとデメリット

ユーザはアイコンを選択する方法と認識による手法のどちらを使用するか選択できる。ここではアイコンを選択する手法のメリットとデメリットに対して議論する。

アイコンを選択するメリットを挙げる。人間が選択するので、一般物体認識に存在する誤認識が存在しない。また、複雑な処理を行っていないので短時間で選択することができる。サブ料理でカップとグラスを選択できるのはアイコンを選択する方法のみである。

デメリットを挙げる。料理名をシステムに与えることができないので、同じ種類のサブ料理を複数選択した場合に、システムが区別できない(例えばごはんと味噌汁はどちらも円形の容器に入っているサブ料理で同じアイコンになるので、システムが区別できない。)。また、料理の種類によってはユーザが選択する時に悩んでしまうこと(正円ではないが、楕円と言うほど歪んでいない円形の皿など)が考えられる。

5.2 料理に特化した一般物体認識による料理の入力

本システムでは図 5.1 や図 5.2 でアイコンから皿の形と料理の大きさをシステムに入力する方法とは別に、料理に特化した一般物体認識 [23, 30] の認識モジュールを実装している。この方法を用いることで、ユーザはアイコンの選択に悩む必要は無い。また、アイコンで選択する手法では料理名が得られなかったが、認識を行う方法では料理名を知ることができるので、撮影時のインタフェースの時に、より適切な構図を提示することができる。



図 5.3: 料理認識のインタフェース. Undo 機能, 認識した枚数をカウントする機能を有する.

図 5.1-(2) を選択することで図 5.3 のような認識を行うインタフェースへと遷移する. 図 5.3 の右上の Undo ボタンは直前に認識した結果を取り消すボタンである. 右中央のボタンはシャッターボタンで, このボタンを押すことで認識が開始される. 右下の数字は現在認識している枚数である. そして OK ボタンは認識を終了し, 次の画面へ遷移するボタンであり, 図 5.2 へと遷移する. よって, 2 皿は認識し, 1 皿はアイコンを選択するなどの, 認識とアイコン選択を組み合わせることもできる.

認識は料理 1 皿につき一回行う. 認識を行うときは画面内に写る料理は 1 皿のみであることが望ましい. また, 撮影する角度は料理が十分に見える角度を保つ必要がある. 認識を行うと, 認識結果の上位 5 位をリストとして表示する (図 5.4). ユーザはこの中から正しい認識結果を 1 つ選択する. もし, この中に正しい料理が無かった場合, Undo ボタンを押し, 再び認識する. 本システムに実装している認識エンジン [23] は上位 5 位内の認識率 93.5% を達成している. 上位 1 位の認識率は 74.5% なので, 我々は上位 5 位を表示し, ユーザに選択してもらう方法を採用した.

認識によって, システムは写っている料理の料理名を得る. 認識できる料理は 100 種類である. システムは料理名を得ると, 保持してある 100 種類の料理と対応する皿の形データベースから検索し, 皿の形を推定する. このデータベースは料理に対

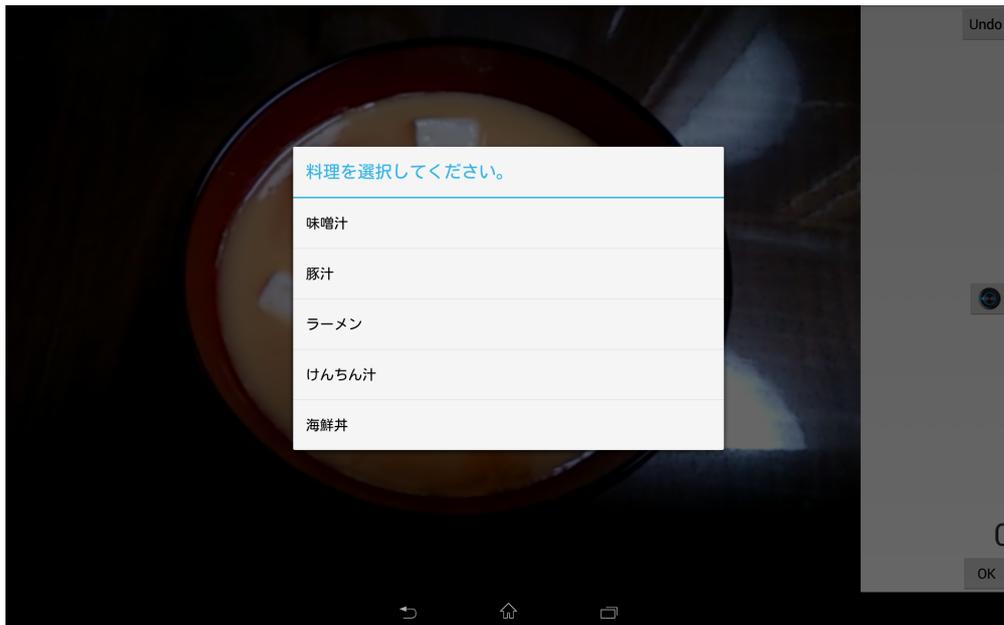


図 5.4: シャッターボタンを押して、認識を行ったときの様子。認識結果の上位 5 位が表示されるのでユーザはその中から 1 つ選択する。

して一般的に使用される皿を想定したデータベースであるので、もし料理が想定外の皿に入れられていると、正しく料理名を認識できても、正しい構図を提示できない場合がある (正方形の容器のラーメンなど)。ただし、一般的な皿に盛られていない料理は、おいしそうに見える構図で撮影してもおいしく撮影することは難しく、構図以外の支援を必要とするので、今回は対象外とした。100 種類の料理と皿の形のデータベースは付録 A に添付した。

5.2.1 料理認識のメリットとデメリット

ここでは認識を行うメリットとデメリットについて議論する。

メリットを挙げる。ユーザがアイコン選択で悩まなくて良い。大料理と小料理の区別を、システムの方で決定するので、ユーザが悩む必要が無い。また、アイコンよりも多くの情報をシステムに入力することができる。認識の場合、アイコンの情報に加えて、料理名の取得と、皿の大きさを 3 段階で推定する。よって、認識を用いて料理をシステムに入力したほうが、撮影時のインターフェースで提示される構図がより良いものになることが多い。

デメリットを挙げる。照明の条件や、料理の盛り付け方によっては誤認識する場

合がある。また、アイコンをタッチする時間と比べると時間がかかる。1 皿認識するのに 0.5 秒程度必要とする。また、認識できる料理は 100 種類なので、それ以外の料理は認識できない。また、システムは認識して料理名を得た後、データベースと照合し、一般的な皿に料理が入っていると見なして構図を作成するので、一般的ではない料理と皿の組み合わせだと提示する構図が異なるものになる。

5.3 撮影時のインタフェース



図 5.5: 料理撮影時のインタフェース。青の領域がメイン料理、緑の領域がサブ料理を表す。それぞれの領域の中央には料理名や皿の形が表示される。図はメイン料理が丸皿大料理、サブ料理は丸皿が 3 皿である。

図 5.2-(2) を選択することで図 5.5 のような、撮影時のインタフェースへと遷移する。ユーザはこの画面で料理写真を撮影する。

撮影時のインタフェースには青の領域が 1 つと、緑の領域が 0 つ以上表示される。青の領域はメイン料理に対応しており、緑の領域はサブ料理に対応している。図 5.1、図 5.2 または図 5.3 で認識し、表 4.1 と表 4.2 から導かれた構図である。図 5.5 ではそれぞれの領域の中心に料理名が表示されている。ユーザがアイコンを選択する方法で入力した場合、ここに料理名は表示されない。認識を用いた場合、料理名が表示される。ユーザはここに表示された構図を見ながら料理を並び替える。ま

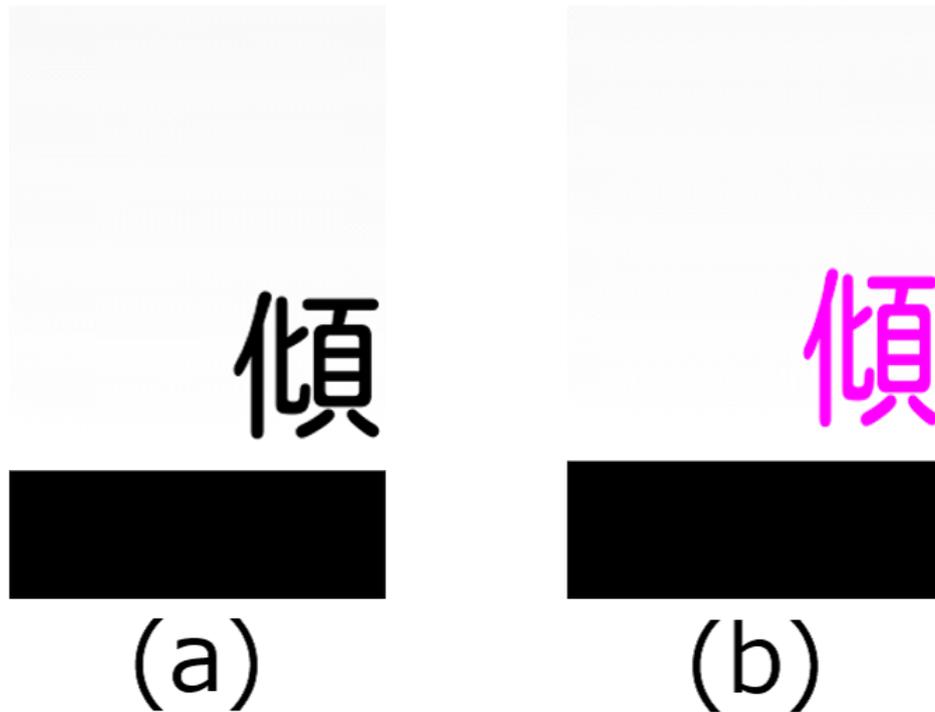


図 5.6: 図 5.5 の右下の漢字「傾」はカメラの傾きを表している。(a) 構図で規定されている傾きの範囲に収まっていない場合。(b) 構図で規定された傾きの範囲に収まっている場合。

た、並び替えながら右下の「傾」を確認する。右下の漢字「傾」は端末の傾きを表しており、端末の傾きが構図で規定された傾きの範囲内ならば図 5.6-(a) のように、それ以外の傾きでは図 5.6-(b) のようになる。ユーザは端末を片手に持ちながら料理を並び替えることになる。「傾」が無い場合、ユーザは並び替えと、端末の傾きの維持を同時に行わなければならない、操作の難易度が高くなる。しかし、「傾」によって、端末の傾きが可視化されるので、ユーザは端末の傾きの維持に気を使う必要がなくなり、操作しやすくなる。ユーザは、「傾」を確認しながら料理を並び替えた後、図 5.5 の右中央にあるシャッターボタンを押すことで、撮影を行うことができる。ここで撮影された画像は端末に保存される。

ユーザはこれらの操作を行うことで、本システムを用いておいしそうな構図で料理写真を撮影することができる。本システムの特徴として、ユーザが写真撮影の知識や、システムに対して複雑な入力を必要としない。一般的な料理を対象とした撮

影結果は付録 B に添付した。

第6章

構図作成機能

本システムには料理撮影を行う機能の他に、構図を作成し登録する機能も有する。本システムはユーザに対して、料理がおいしそうに見える構図を提示する。しかし、同じ料理の条件では、毎回同じ構図が提示されるため、本システムを何度も使用したユーザは違う構図で撮影したいと考えるだろう。また、本システムが提示した構図がユーザの好みでない場合もある。そのような場合に、ユーザが構図作成機能を使うことにより、システムが提示する構図に加えて、ユーザが作成した構図で料理写真撮影を行うことができる。

6.1 構図作成インタフェース

構図作成を行うときは、図 5.1-(3) のボタンを押すことで構図作成のインタフェース、図 6.1 へ遷移することができる。構図作成のインタフェースではユーザが自ら構図を作成する。図 6.1 へ遷移すると端末に保存されている画像をユーザが選択するように求められ、選択するとシステムがそれを読み込む。図 6.1 は既に料理写真を読み込んでいる状態である。ユーザは読み込んだ画像の上に図形を配置していくことで構図を作成する。構図作成の手順を説明する。画像を読み込んだ後、図 6.1-(1) のアイコンから一つを選択し、画面をダブルタップする。このアイコンはメイン料理の形を選択するものであり、図 6.1 の場合は、メイン料理がうな重で形は長方形なので、上から 3 番目のアイコンを選択する。すると図 6.2 のように図形が表示される。

この図形は図 6.1-(2) の縦ボタンと大小ボタンを用いることで拡大、縮小できる。縦ボタンをタッチすると表示が横に変わる。大や小ボタンをタッチすると縦ならば縦方向に拡大、縮小。横ならば横方向に拡大、縮小する。大や小ボタンを押す代



図 6.1: 構図作成のインターフェース. 料理画像に従い, ユーザは構図を作成する. (1) 皿の形を選択するアイコン. (2) 図形の操作や作成の終了ボタン.

わりに二本の指を使ったピンチイン, ピンチアウトの操作でも拡大, 縮小の操作を行える. また, 図形の回転は矢印のボタンを押すことで, 矢印の向きと同じ方向に, 図形の中心を回転の中心として回転させることができる.

以上の操作によりメイン料理に当てはめた時の画像が図 6.3 である. また, 図 6.3-(1) が図 6.1-(1) と比べてアイコンが変化している. メイン料理のアイコンを選択し, 配置するとメイン料理のアイコンの部分が, サブ料理のアイコンに変わる. メイン料理を配置し終わったら, 同様の操作でサブ料理の上に図形を配置していく. 図 6.1 の場合はサブ料理が 3 皿とも円形の皿なので, 円形のアイコンを選択し, 配置を行う. 行った画像が図 6.4 である. 緑の円の 1 つが, 写真からはみ出て配置されているが, 撮影で使用する時には削除されるので問題ない. このように全ての皿に対して図形を当てはめたら, ユーザは完了ボタンをタッチし, 構図の配置を終了させる. 配置が終了したら, ユーザは図 6.5 のように, 参考とした写真が撮影されたであろう角度を予想して入力する. 真上や真横から撮影した写真で無ければ, デフォルトで設定してある 45 のままで問題ない.

角度の入力が終了すると図 6.6 のように, この構図に名前を付け, 保存する. これが構図を作成する全手順である.



図 6.2: 図 6.1-(1) を選択し、画面をダブルタップした状態. 青い図形がメイン料理の形を表しており、現在選択している図形は赤い枠で囲われている。

6.2 ユーザ定義構図の保存形式

本システムは作成した構図は端末の特定のフォルダに保存される。構図のデータは以下のデータによって構成されている。「構図の名前」、「参考とした写真の撮影された角度の推定値」、それぞれの図形の「中心座標」、「長軸の長さ」、「短軸の長さ」、「回転角度」である。我々が工夫している点として、数値データの保存には EXIF 規格を利用している。EXIF とは一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) によって規格化されており、これを用いることで jpeg ファイル内にメタデータを埋め込むことができる。本システムではこの規格を利用し、構図を作成するために参考とした画像 (図 6.1 の場合はうな重) に構図のデータを埋め込んで、端末に保存している。構図のデータをテキストファイルとして保存する方法と比べた時のメリットを以下に示す。

- テキストファイルに保存すると、作成した構図の管理を行いにくくなる。例えば、うな重の構図を 5 つ作成した後、特定のうな重の構図を 1 つ削除したいとユーザが思ったとき、テキストファイルに保存をしていた場合、端末内の構図データを確認しても構図の名前と数値しか見えないので、どれが自分の消したい構図データなのか判断できない。一方、画像に EXIF として保存し



図 6.3: 長方形をうな重に合わせた図. 図 6.1 と比べると (1) の部分がサブ料理のアイコンに変更されている.

ている場合, 作成した構図データの数値を見ずに, 参考とした写真を見ることができ. 参考とした写真を見ることで, 自分が消したい構図を簡単に発見することができる.

- 本システムは構図データを特定のディレクトリから読み込み使用する. よって, 作成した構図を他人に配布し, 受け取った人がそれを利用することができる. 考えられる利用法としては, 料理写真撮影に慣れている人が本システムを用いて構図を作成し, 配布する. その構図を料理写真撮影に慣れていないユーザがダウンロードして使用する. このような利用方法が考えられる. もし, 構図データをテキストファイルに保存していると, 配布したときに構図の名前と数値しか確認できずダウンロードするユーザにとっては不親切である. 一方, 参考とした写真の内部に EXIF として埋め込むことで, 自分が良いと感じた画像をダウンロードし, 特定のディレクトリに置くだけでその写真と同じ構図で料理が撮影できる.

以上のように大きなメリットがあるので, 本システムでは EXIF 規格を利用して構図データを保存する手法を採用した.

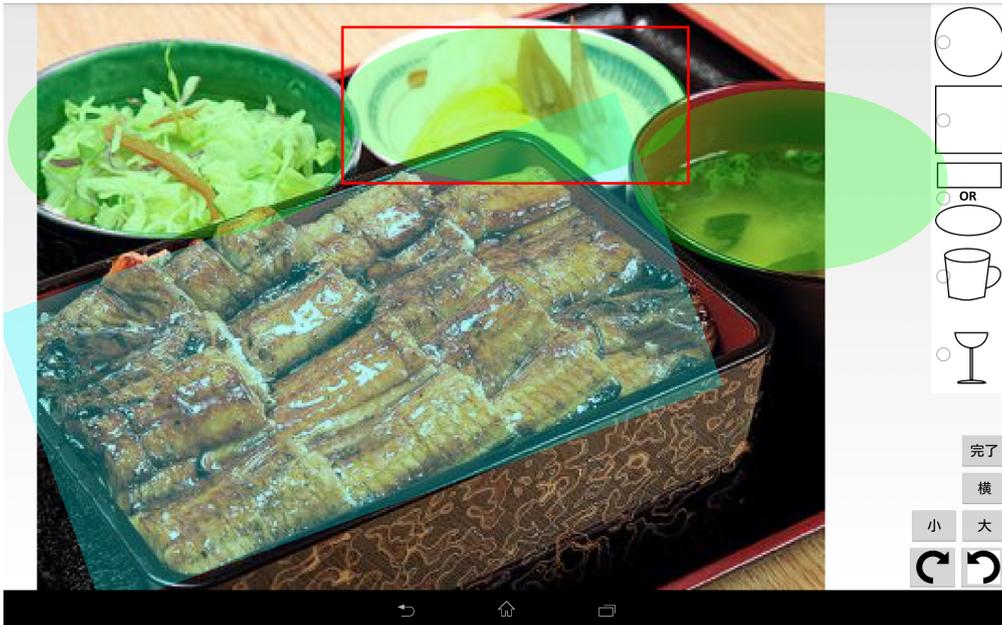


図 6.4: 全ての皿に対して図形を配置した様子. 参考にした写真の外の部分に図形がはみ出しても問題ない.

6.3 作成した構図の使用法

本システムは自動で特定のディレクトリから作成された構図データを読み込む。ユーザが図 5.2-(2) を押したときに、押すまでに選択されているアイコンまたは認識されている料理の皿の形が端末に保存されている作成された構図と一致している場合、その構図が図 6.7 のようにリストとして表示される。default を選択すると、システムが作成し提示する構図で撮影を行える。一方、default の下の「朝食目玉焼き」はユーザが定義した構図であり、これを選択することで、本章で説明したユーザ定義の構図での撮影を行える。

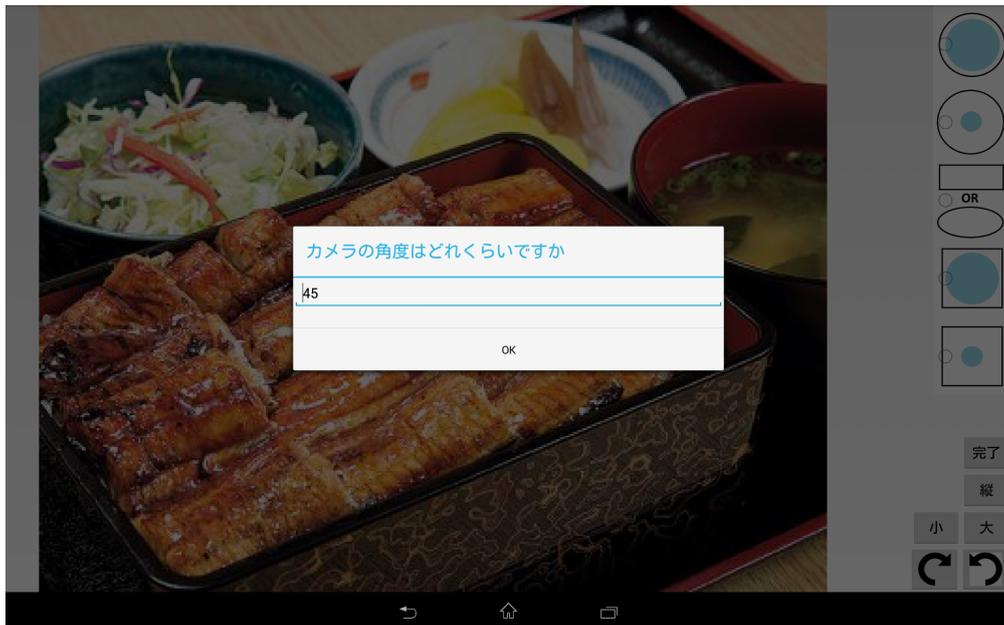


図 6.5: 図形の配置が終了した後の画面. 参考とした写真が撮影された角度をユーザが推定して入力する. 参考とした写真が極端な角度で撮影されていなければデフォルトの 45 のまま ok を押しても問題ない.

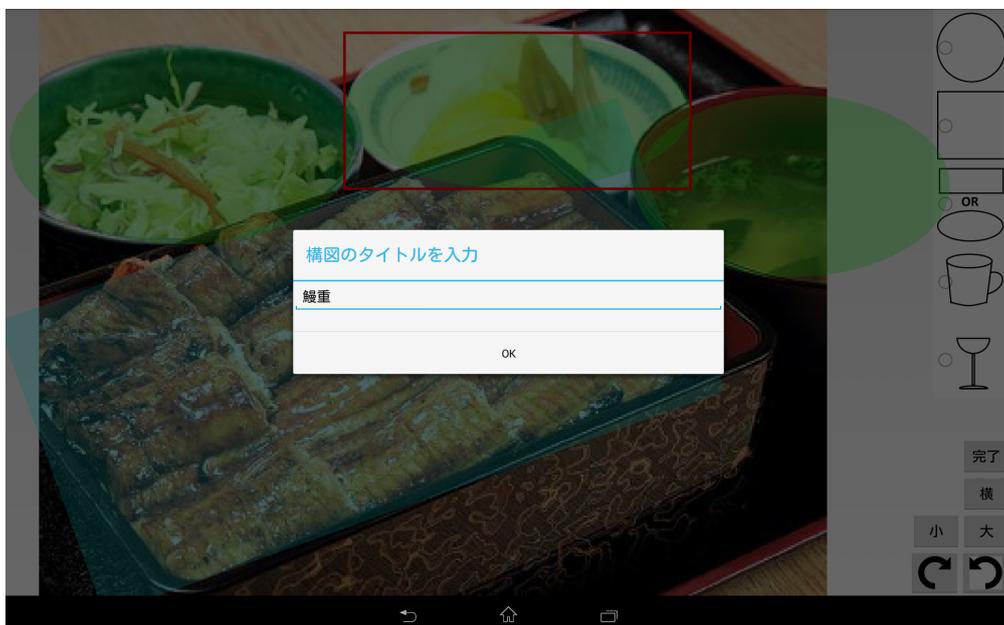


図 6.6: 角度の入力が終わった後の画面. 構図の名前を付け, 端末に保存する. 名前は自由につけることができる.



図 6.7: 図 5.2-(2) を選択した後に表示される画面. 作成した構図に保存されている皿のデータと一致した料理をシステムに入力していた場合, default を選択すれば, システムが作成する構図が提示され, それ以外の構図を選択すれば作成された構図が提示される.

第7章

実験

本章ではシステムの有用性および、今後の発展の方向性を確認するためにユーザ評価による実験を行う。

7.1 システムの操作性の評価実験

本システムを用いて写真を撮影するときの操作性を評価するために、被験者の主観評価による実験を行った。被験者は20代の男性7人で、本システムの操作経験は無いが、アンドロイド端末の操作には十分に慣れている。被験者に食品サンプル(図7.1)と本システムを用意し、本システムの操作説明を行った後、食品サンプルを用いて撮影を行うなど、自由に操作してもらった。操作時間、写真の撮影枚数は自由とした。被験者が満足するまで本システムを使用してもらった後、本システムを使用して良かった点、改善したほうが良い点を自由記述方式で答えてもらった。この時、無記名で提出してもらった。

7.2 システムの操作性の評価実験の結果

被験者の回答を一覧として表7.1にまとめた。また被験者が撮影した写真の一部を結果として図7.2にまとめた。

7.3 システムの操作性に関する評価実験の考察

被験者から得られたシステムの良い部分の意見として、使いやすいといった意見やおいしそうに撮影できたという意見があった。これらは本システムが目指してい



図 7.1: システムの操作性の評価実験において用いた食品サンプル。これらのサンプルを用いて自由に撮影してもらった。

る部分でもあり、目的は達成できたと考える。また、図 7.2 を見ると、本システムに始めて触ったユーザでも図 4.3 で表された構図に似ている構図で撮影できている。これはシステムの操作が素人でも簡単に行えることを示している。また、操作が楽しいといった意見もあり、認識と撮影で遊ぶ娯楽アプリケーションとしての方向でも発展させる価値があると思われる。一方で、システムの改善したほうが良い部分としては、撮影結果をすぐに確認できない問題や、提示する構図をユーザ側である程度選択したいという意見が寄せられた。アンドロイドの一般的なカメラアプリでは撮影した写真は撮影後すぐに確認できる。しかし、本システムでは行えないのでこのような意見が寄せられたと考える。また、提示する構図を 1 つではなく、複数提示し、ユーザが選択する手法に関してはきわめて重要な意見と考え、今後の課題として実装を検討したい。システムを用いて撮影した写真をシステムが評価する機能の実装も考えられる。写真の芸術性を評価する先行研究はいくつか行われており [17, 18]、それらを実装することも考えられる。

改善点や問題点がいくつか明らかになったが、素人が操作しやすく、おいしそうに撮影できるという条件はクリアしていると考えられる。

7.4 システムで撮影した写真に関する評価実験

システムで撮影した写真が本当においしそうに見えるのか調査するための評価実験を行った。被験者を三つのグループに分けて実験を行った。ここでは A, B, C 群と呼ぶ。被験者 A 群にはシステムを利用してもらい、食品サンプル (図 7.2 のとんかつ定食) を撮影してもらった。実験の効率化のために、被験者 A 群は 7.1 節の

表 7.1: システムの操作性の評価実験で得られた意見

よかった点	改善したほうが良いと思われる点
<p>素人が普通に撮影するよりも良い構図で撮影できた。</p> <p>食品の認識ができ、食器の形も自動で推定してくれるので使いやすい。</p> <p>食事認識を先に行うため、大皿小皿等がわかりやすい。</p> <p>傾きも指定してくれるのが良かった。</p> <p>メインになる料理を後から撮影したときに「その料理はメインでは?」と確認してくれる点。</p> <p>使い方が全体的にわかりやすい。</p> <p>ユーザが構図を作成できる機能も良い。</p> <p>食事画像がうまく取れたと思う。</p> <p>簡単にきれいな構図で写真が撮れた。</p> <p>傾きを指示して貰えるのが助かった。</p> <p>写真の構図を知らない人でもおいしそう写真が撮れる。</p> <p>操作してて楽しかったので、娯楽向けのアプリケーションとしても期待できる。</p>	<p>撮影完了が良くわからない。</p> <p>システム内で撮影した画像の確認ができない。</p> <p>アプリ内で撮影した食事写真のリストを閲覧できると良い。</p> <p>構図のパターンを何種類か表示し、ユーザが選べるようにしてはどうだろうか。</p> <p>提示されるパターンが食事画像つきで見れるとうれしい。</p> <p>メイン料理以外を際立たせる構図は無いのだろうか。</p> <p>同じ組み合わせで異なる構図を選択したい。</p> <p>食品の組み合わせで複数の構図が提示されたら楽しそう。</p> <p>撮影した写真をシステムが自動で評価してくれたら面白そう。</p> <p>Twitterなどにそのままアップロードできると良い。</p> <p>アプリ内で撮影後すぐに写真を確認したい。</p>

実験の被験者とし、撮影した写真は7.1節で被験者の中、3人が撮影した写真を利用した。被験者B群には、システムを用いずに被験者A群と同じ食品サンプルを撮影してもらった。この時、撮影時間、撮影枚数は自由とし、撮影前にできるだけおいしそうに撮影するように伝えた。また、必ず4皿全てを含んだ写真を撮影するように伝えた。撮影端末は被験者A群と同じAndroid端末である。今回の実験では被験者Bは男性3人である。彼らは写真撮影の知識を持ってないが、時々料理写真を撮影してSNSにアップロードすることはある。また、Android端末の扱いには慣れている。最後に被験者C群に被験者A,B群が撮影した写真を並べたものを3枚(図7.3,7.4,7.5)見せ、どちらがおいしそうに見えるか回答してもらい、さらに全ての中で一番おいしそうに見える写真と、一番おいしそうに見えない写真を回



図 7.2: 被験者が撮影した食品サンプルを用いた写真の一部

答してもらった。被験者 C 群は男女合わせて 18 人である。

7.5 システムで撮影した写真に関する評価実験の結果

被験者 C 群にアンケートをとった結果を図 7.6 に表す。

全ての組み合わせにおいて、被験者 C 群の全員がシステムを用いた画像のほうがおいしそうに見えると回答した。また、全体の中の最もおいしそうに見える写真への投票はシステムを用いた写真 3 枚にばらけており、最もおいしそうに見えない写真への投票は図 7.3-(B) と回答する人が多かった。

7.6 システムで撮影した写真に関する評価実験の考察

本システムを用いた写真と、用いなかった写真を比べた結果、図 7.6 からシステムのほうがおいしそうに撮影できていることがわかる。また、システムを用いない被験者 B 群の中の 1 人が撮影した画像 (図 7.3-(B)) を見ると、料理を並び替えてい



図 7.3: 被験者 C 群に見せた写真その 1. 左がシステムを用いた写真, 右が被験者 B が撮影した写真.

ないことがわかる. 料理写真の素人は写真をおいしそうに撮影しようとしたときに, カメラアングルは調整するが, 料理を並び替えない人もいる. また, 被験者 B 群の中, 料理を並び替えた写真 2 枚 (図 7.4-(D), 図 7.5-(E)) を見ると, 直感で並び替えているので, メイン料理のとんかつが大きく写らないような構図になってしまっている. 撮影中の様子を観察していたところ, 4 皿全てを写真に写さなければならないという制限によって, カメラのアングルと料理の配置に悩んでいるようだった. また, 被験者 B 群の撮影した画像は料理写真のほかに背景が大きく写りこんでしまっているものもある. おいしそうに料理写真を撮影するためには背景が写りこむことを防ぐ必要がある. 本システムは端末の角度と, 料理を置く位置を指定することで, 背景が写りこむことを防いでいる. また, 4 皿からなる定食を撮影するとき, メイン料理を大きく写しつつ, サブ料理もしっかりと見える構図を提案できている. 構図を良い構図にすることで写真がおいしそうに見えることを改めて示したと同時に, 本システムの有用性を示せた.

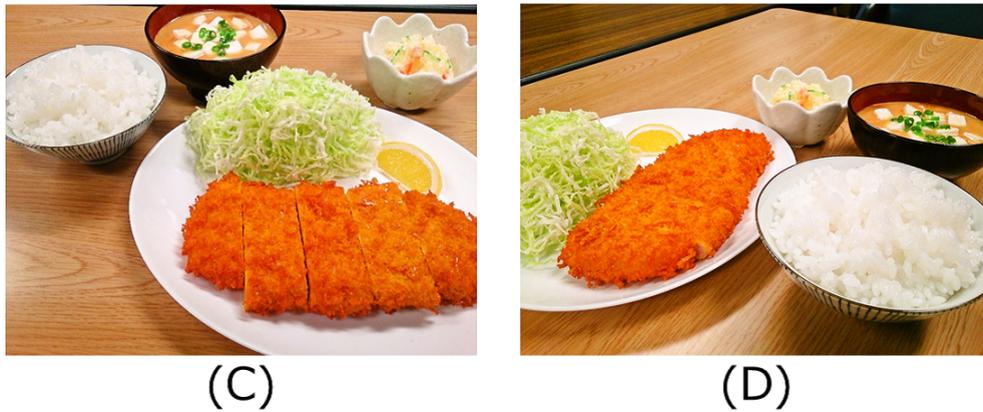


図 7.4: 被験者 C 群に見せた写真その 2. 左がシステムを用いた写真, 右が被験者 B が撮影した写真.



図 7.5: 被験者 C 群に見せた写真その 3. 左が被験者 B が撮影した写真, 右がシステムを用いた写真.

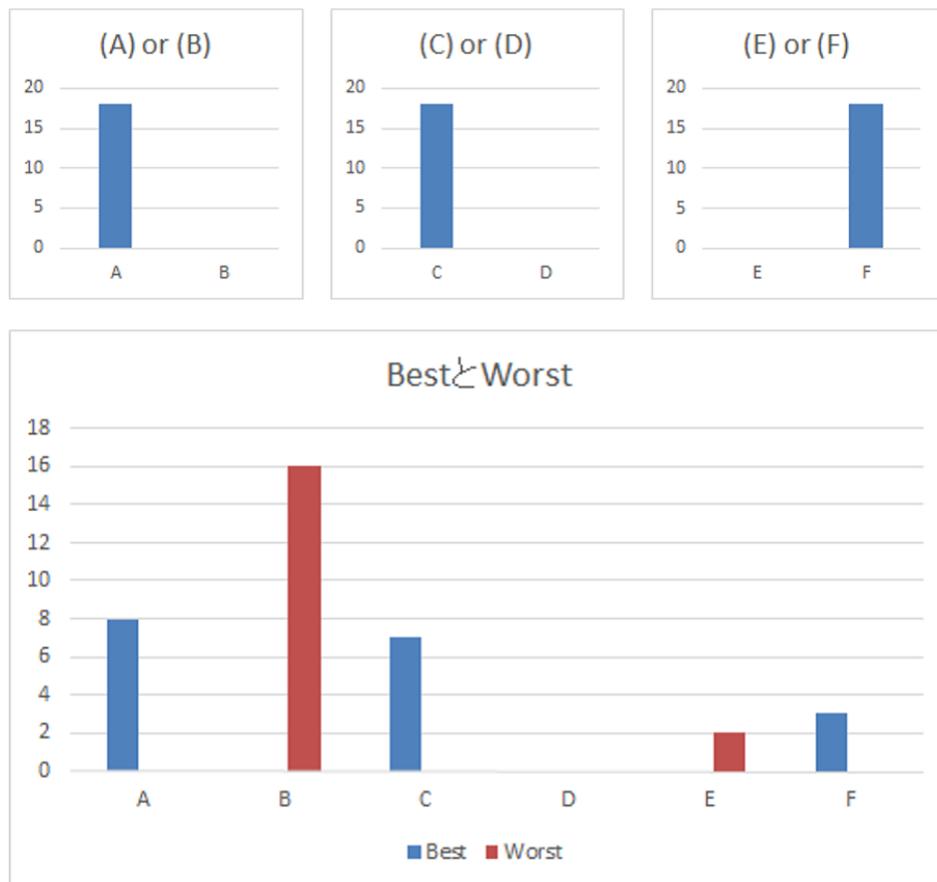


図 7.6: それぞれの写真についてのアンケート結果と、最もおいしそうに見える1枚 (Best) と最もおいしそうに見えない1枚 (Worst) の結果.

第 8 章

おわりに

8.1 まとめ

本研究では、素人でも簡単な操作でおいしそうな構図で料理写真を撮影できるシステムを提案した。

我々は写真の中でも、多くの人が撮影する機会の多いが、撮影支援システムが存在しない料理写真に着目した。本システムの特徴として、料理をシステムに入力する方法として、料理認識を活用している点が上げられる。料理認識を活用することで、ユーザは皿の情報や、料理の情報を入力する必要は無く、写真を撮影するように認識を行うだけで、システムに料理の情報を入力することができる。また、認識可能な料理が 100 種類であることを考慮し、アイコンによる手動入力のインタフェースも実装した。さらに、認識は行えないが、料理写真の一部として需要の高いカップとグラスについてもアイコンを用いてシステムに入力することで、撮影支援を行える。本システムが用いる構図は料理撮影の指導本 [9–11] を参考にしている。構図の決定変数としては「皿の形」、「皿の数」、「料理の皿に対する大きさ」の 3 種類と定義した。これらの構図を組み合わせの全てを予め定義しておくのではなく、システムが動的に構図を作成し、ユーザに提示する。そうすることで、多くの構図のパターンに対応できる。撮影時のインタフェースでは、メイン料理とサブ料理の色を変えることで、違いを明らかにし、認識を行った場合は、構図に料理名を記載することで、素人にも簡単に料理を並び替えることができる。さらに、撮影時のインタフェースでは端末の傾きを表示している。本研究で定義している構図には、撮影時の端末の角度も含まれており、これを正しい角度にし、撮影することも必要である。その時、撮影時のインタフェースにおける端末の傾きを表示するアイコンは素人のユーザが撮影時の助けになる。実験でも被験者から傾き表示が助かるとい

う意見を得られた。また、システムが提示する構図が気に入らない、または別の構図で撮影したいというユーザのために、構図作成機能も作成した。構図作成機能では、端末に保存されている写真 1 枚を参考として、ユーザがその写真の上に図形を配置していくことで構図を作成する。構図の保存方法は、数値データを直接保存するのではなく、参考とした写真の Exif 規格に数値を保存し、端末に保存する。この方法のメリットとして、後で作成した構図を管理するとき、数値のみでは管理が難しいが、参考にした画像を見ることができれば管理は容易であること。また、作成した構図データを配布するとき、数値のみでダウンロードするユーザは何の構図なのか分からないが、参考とした画像の Exif に埋め込む方法であれば、どんな写真が撮影できる構図なのかすぐに判断できる。本システムの操作性を調べる実験では、操作しやすい、おいしそうな写真が撮影できた。など、本システムの目標としている意見を得られた。また、撮影した写真を比べる実験では本システムが撮影した写真が、素人がおいしそうに撮影した写真に比べておいしそうに撮影できていることを示した。一般的な素人は料理写真を撮影する時に背景が写りこんでしまうといった問題や、複数の料理を撮影しようとし、メイン料理を大きく写すことができないという問題があった。しかし、本システムは端末の傾きと料理の配置の指示を与えるので、背景が写りこまず、かつおいしそうに見える構図で撮影ができることを示せた。

8.2 今後の課題

本システムの今後の課題として、UI の充実や、構図の複数提示があげられる。実験で得られた改善点として、撮影後の画像の確認をできるようにしてほしいといった意見が得られた。Android の一般的なカメラアプリでは撮影後にすぐに撮影した写真を確認することができる。本システムでも同様のインタフェースを実装する意義があると考えられる。また、本システムは構図を一意に決定し提示する。ユーザ実験では複数の構図を提示してもらい、その中から 1 つをユーザが選択する方法に改善する意見が得られた。現在の構図作成アルゴリズムでは対応できないが、今後の課題として検討していきたい。その場合、システムが提示する構図の優先度も同時に提示できるとユーザに対して親切だと考えた。今後、構図を提示するだけでなく、撮影後の写真に対して編集を行う機能を実装することも考えられる。関連研究に記述したリライティングや色調編集を行うことでユーザが撮影した写真を、さらにおいしそうにすることができる。

参考文献

- [1] 渡辺洋二. アドバイス機能付きカメラ. 特開 2003-338955, 2003.
- [2] 石毛良幸, 仙波威彦, 曾我孝. 撮像装置. 特開 2006-319470, 2006.
- [3] 小西正雄. 撮影装置及びプログラム. 特許 5131367 号, 2006.
- [4] 近藤尊司, 岡田浩幸, 松尾隆, 松田伸也, 桑名稔, 神原哲郎, 上山雅之. オート構図機能を有するカメラ. 特開 2000-098456, 2000.
- [5] 増田晋一. カメラ. 特開 2002-131824, 2000.
- [6] 鈴木博文. 構図アドバイス機能を備えたカメラ. 特許 4165216 号, 2002.
- [7] 善積真吾, 山脇央樹. 構図判定装置、構図判定方法、プログラム. 特開 2009-100300, 2009.
- [8] Wagachat. Posecam(構図カメラ). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wagachat.composecamera&hl=ja>.
- [9] Nicole S Young. Food Photography From Snapshots to Great Shots, 美味しさを切り取る料理写真の撮影テクニックスナップ写真を商業フォトに仕上げる, 第 279 巻. 株式会社ピアソン桐原, 初版, 2012.
- [10] 南都礼子. 料理・スイーツの撮り方きほん BOOK, 第 159 巻. 株式会社マイナビ, 初版, 2012.
- [11] 佐藤朗. もっとおいしく撮れる! お料理写真 10 のコツ, 第 157 巻. 青春出版, 初版, 2012.
- [12] 株式会社モノリス. 超! 美味しく変換. <http://foodpic.net/>.
- [13] Lingang Liu, Renjie Chen, and Lior Wolf Daniel Cohen-Or. Optimizing photo composition. *Computer Graphics Forum*, Vol. 29, No. 2, pp. 469–478, 2010.

-
- [14] P. Ren, Y. Dong, S. Lin, X. Tong, and B. Guo. Image based relighting using neural networks. *ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2015*, 2015.
- [15] F. Liu, C. Shen, and G. Lin. Deep convolutional neural fields for depth estimation from a single image. In *Proc. of IEEE Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 5162–5170, 2015.
- [16] Lytro. Lytro camera. <https://www.lytro.jp/>.
- [17] Xin Lu, Zhe Lin, Hailin Jin, Jianchao Yang, and James Z Wang. Rapid: Rating pictorial aesthetics using deep learning. In *Proc. of ACM International Conference Multimedia*, pp. 457–466, 2014.
- [18] X. Lu, Z. Lin, X. S. Radom, M. James, and Z. Wang. Deep multi-patch aggregation network for image style, aesthetics, and quality estimation. In *Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision*, 2015.
- [19] D. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision*, pp. 91–110, 2004.
- [20] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. V. Gool. Surf: Speeded up robust features. In *Computer Vision and Image Understanding*, pp. 346–359, 2008.
- [21] E. Rublee, V. Rabaud, K. Konolige, and G. Bradski. Orb: an efficient alternative to sift or surf. In *Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision*, 2011.
- [22] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2012.
- [23] 岡元晃一, 柳井啓司. Deepfoodcam: Dcnn による 101 種類食事認識アプリ. 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2015.
- [24] 柿森隆生. 料理撮影を支援するシステム. 電気通信大学 情報理工学部 総合情報学科 メディア情報学コース 卒業論文, 2014.
- [25] John Canny. A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, No. 6, pp. 679–698, 1986.

-
- [26] Dana H Ballard. Generalizing the hough transform to detect arbitrary shapes. *Pattern recognition*, Vol. 13, No. 2, pp. 111–122, 1981.
- [27] 柿森隆生, 岡部誠, 尾内理紀夫. おいしそうな料理写真撮影を支援するシステムの検討. 第56回プログラミングシンポジウム, 2015.
- [28] 柿森隆生, 岡部誠, 柳井啓司, 尾内理紀夫. 料理写真撮影におけるおいしそうな構図決定を支援するシステム. 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2015 (ベストプレゼンテーション賞受賞).
- [29] T. Kakimori, M. Okabe, K. Yanai, and R. Onai. A system to support the amateurs to take a delicious-looking picture of foods. In *Proc. of SIGGRAPH ASIA Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications*, 2015.
- [30] K. Yanai and Y. Kawano. Food image recognition using deep convolutional network with pre-training and fine-tuning. In *Proc. of ICME Workshop on Multimedia for Cooking and eating Activities (CEA)*, 2015.

付録 A

認識できる料理 100 種類と 想定している皿の形と料理の量

表 A.1: 100 種類の料理と、想定している皿の形と料理の量

料理名	想定している皿の形, 料理の量
ごはん	円形皿, 大料理, 小皿
うな重	長方形 or 楕円形皿
ピラフ	円形皿, 大料理, 大皿
親子丼	円形皿, 大料理, 中皿
カツ丼	円形皿, 大料理, 中皿
カレーライス	円形皿, 大料理, 大皿
寿司	長方形 or 楕円形皿
チキンライス	円形皿, 大料理, 大皿
チャーハン	円形皿, 大料理, 大皿
天丼	円形皿, 大料理, 中皿
ビビンバ	円形皿, 大料理, 中皿
トースト	円形皿, 大料理, 中皿
クロワッサン	円形皿, 大料理, 中皿

ロールパン	円形皿, 大料理, 中皿
ぶとうパン	円形皿, 大料理, 中皿
惣菜パン	円形皿, 大料理, 中皿
ハンバーガー	円形皿, 大料理, 中皿
ピザ	円形皿, 大料理, 大皿
サンドウィッチ	円形皿, 大料理, 大皿
かけうどん	円形皿, 大料理, 中皿
天ぷらうどん	円形皿, 大料理, 中皿
ざるそば	正方形皿, 大料理
ラーメン	円形皿, 大料理, 大皿
チャーシューメン	円形皿, 大料理, 大皿
天津麺	円形皿, 大料理, 大皿
焼きそば	円形皿, 大料理, 大皿
スパゲッティ	円形皿, 大料理, 大皿
お好み焼き	円形皿, 大料理, 大皿
たこ焼き	長方形 or 楕円形皿
グラタン	長方形 or 楕円形皿
野菜炒め	円形皿, 大料理, 大皿
コロッケ	円形皿, 大料理, 大皿
なすの油味噌	円形皿, 大料理, 中皿
ほうれん草炒め	円形皿, 大料理, 小皿
野菜の天ぷら	長方形 or 楕円形皿
味噌汁	円形皿, 大料理, 小皿
コーンスープ	円形皿, 大料理, 小皿
ウィンナーのソテー	円形皿, 大料理, 中皿
おでん	円形皿, 大料理, 大皿
オムレツ	長方形 or 楕円形皿
がんもどきの煮物	円形皿, 大料理, 小皿
餃子	長方形 or 楕円形皿
シチュー	円形皿, 大料理, 大皿

魚の照り焼き	長方形 or 楕円形皿
魚のフライ	円形皿, 大料理, 大皿
鮭の塩焼	長方形 or 楕円形皿
鮭のムニエル	円形皿, 大料理, 大皿
刺身	長方形 or 楕円形皿
さんまの塩焼	長方形 or 楕円形皿
すき焼き	円形皿, 大料理, 大皿
酢豚	円形皿, 大料理, 大皿
たたき	円形皿, 大料理, 大皿
茶碗蒸し	円形皿, 大料理, 小皿
天ぷら盛り合わせ	円形皿, 大料理, 大皿
鶏の唐揚げ	円形皿, 大料理, 中皿
とんかつ	円形皿, 大料理, 大皿
南蛮漬け	長方形 or 楕円形皿
煮魚	長方形 or 楕円形皿
肉じゃが	円形皿, 大料理, 中皿
ハンバーグ	長方形 or 楕円形皿
ビーフステーキ	円形皿, 大料理, 大皿
干物	長方形 or 楕円形皿
豚肉の生姜焼き	円形皿, 大料理, 大皿
麻婆豆腐	円形皿, 大料理, 大皿
焼き鳥	長方形 or 楕円形皿
ロールキャベツ	円形皿, 大料理, 大皿
卵焼き	長方形 or 楕円形皿
目玉焼き	円形皿, 大料理, 大皿
納豆	円形皿, 大料理, 小皿
冷奴	円形皿, 大料理, 小皿
春巻き	長方形 or 楕円形皿
冷やし中華	円形皿, 大料理, 大皿
チンジャオロース	円形皿, 大料理, 大皿

角煮	円形皿, 大料理, 中皿
筑前煮	円形皿, 大料理, 小皿
海鮮丼	円形皿, 大料理, 中皿
ちらし寿司	円形皿, 大料理, 大皿
たい焼き	長方形 or 楕円形皿
エビチリ	円形皿, 大料理, 中皿
ローストチキン	長方形 or 楕円形皿
シュウマイ	円形皿, 大料理, 中皿
オムライス	長方形 or 楕円形皿
カツカレー	円形皿, 大料理, 大皿
スパゲッティミートソース	円形皿, 大料理, 大皿
エビフライ	円形皿, 大料理, 大皿
ポテトサラダ	円形皿, 大料理, 小皿
グリーンサラダ	円形皿, 大料理, 中皿
マカロニサラダ	円形皿, 大料理, 中皿
けんちん汁	円形皿, 大料理, 中皿
豚汁	円形皿, 大料理, 中皿
中華スープ	円形皿, 大料理, 小皿
牛丼	円形皿, 大料理, 中皿
きんぴらごぼう	円形皿, 大料理, 小皿
おにぎり	長方形 or 楕円形皿
ピザトースト	円形皿, 大料理, 中皿
つけ麺	円形皿, 大料理, 大皿
ホットドッグ	円形皿, 大料理, 中皿
フライドポテト	円形皿, 大料理, 中皿
炊き込みご飯	円形皿, 大料理, 小皿
ゴーヤチャンプル	円形皿, 大料理, 大皿

付録 B

システムで撮影した写真



図 B.1: システムを用いて日常的な料理を撮影した例.