

車椅子アクセシビリティ情報収集における 飲食店の外観写真の有用性

宮崎 章太^{1,a)} 矢谷 浩司^{1,b)}

概要: 車椅子利用者が飲食店を訪れる際、目的地にて車椅子が支障なく利用できるかという情報を知ることが必要となる。このようなアクセシビリティ情報をいかにして入手しているのかを調査するため、本研究ではまず7名の車椅子利用者にインタビューを行った。結果、飲食店口コミサイトにおける外観写真をよく利用していることがわかった。本研究ではさらに、車椅子利用者がアクセシビリティ情報の判断に有用だと感じたレストランの写真を収集・分析し、それらの特徴について整理を行った。本稿ではインタビュー調査の結果とともに、収集した写真の分析結果を報告し、これらの知見が車椅子アクセシビリティの向上を目指すユビキタス・モバイルシステムにどのように応用できるかを議論する。

Investigating Feasibility to Estimate Wheelchair Accessibility Using Exterior Restaurant Pictures

SHOTA MIYAZAI^{1,a)} KOJI YATANI^{1,b)}

1. はじめに

車椅子利用者にとって建物内の段差や狭さといった障壁は、建物のアクセシビリティ（利用可能性）を著しく下げものである。日本では2016年に障害者差別解消法が施行されたが、いまだに多くの建物で障壁が残っているのが現状である。そういった障壁を避けるために、車椅子利用者は施設のアクセシビリティを事前に知っておく必要がある。アクセシビリティを知りやすくすることを目的として各建物のアクセシビリティ情報をクラウドソーシング的に集めたサービスは数多くあるが、その網羅性と信頼性はいまだ発展途上にある。また、そもそもアクセシビリティは個人のモビリティ（移動能力）に依存するものであり、画一的に定められるものではないという問題もある。

そこで本研究では飲食店の外観写真に着目し、飲食店の車椅子でのアクセシビリティを推定する手法の可能性を検

討した。そのためにまず7人の車椅子利用者を対象に、飲食店における問題とそれを避けるための情報収集手段についてのインタビューを行った。その結果食ベログ^{*1}上に投稿された外観写真を用いて、アクセシビリティを推定している人が多いことがわかった。この口コミサイト上の画像を用いたアクセシビリティ推定を支援するため、車椅子利用者にとって有用な画像を優先的に提示するシステムの構築を目指す。そのために我々は判断の際に有用な画像を収集し、その視覚的特徴を分析した上で、収集した有用性ラベルを推定するモデルを構築した。さらに今後開発する飲食店アクセシビリティ推定支援システムに対する本モデルの実用性について論じる。

2. 関連研究

2.1 アクセシビリティ上の障壁

車椅子利用者の飲食店利用を支援するために、彼らが外出時にどのような障壁に直面しているかを知る必要がある。Bromleyらは市街地中心部における車椅子アクセシビリティを定量的に調査した [1]。その結果 63.2% の車椅子利

¹ 東京大学大学院 工学系研究科
Interactive Intelligent Systems Laboratory,
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

a) miyazaki@iis-lab.org

b) koji@iis-lab.org

^{*1} <https://tabelog.com>

用者が、店に入るときに不便を感じていることがわかった。Mayers らは 28 人の車椅子利用者を対象に、一日の中で遭遇した障壁について 1 ヶ月間にわたるインタビュー調査を行った [2]。この調査の中で、乗り越えることができなかった障壁があると最も頻繁に報告された場所の一つが飲食店である。これらの研究から飲食店は車椅子利用者にとって頻繁に訪れる場所でありながら、車椅子で利用可能な店と利用不能な店が混在していることがわかる。Mayers らの研究はまた、障害の程度や年数によって同じ障壁であっても乗り越える困難さに差があることも明らかにした。アクセシビリティ上の問題を解決する際にはこの個人間の差異を考慮する必要がある。

McClain らはアメリカでのレストラン 120 店舗に対して車椅子アクセシビリティの評価を行った [3]。段差があるにもかかわらずスロープがないことが、二番目に多い問題であったとこの調査は報告している。飲食店特有の問題として、車椅子で座るにはテーブル下の空間が狭すぎる店が 65% あることもこの研究は明らかにした。今日ではこういった飲食店の障壁を Web 上で知ることができるはずであるという事が本研究の立脚する仮説であり、これをインタビューによって確かめる必要がある。

2.2 障壁への対処のための情報源

前節で述べたように、車椅子利用者は外出時に多くの障壁に直面している。車椅子利用者がこうした障壁に対処するためにどのようにしてアクセシビリティ情報を集めているのかを知ることは、彼らの情報収集を支援する上で不可欠である。

目的地への経路を知る上で車椅子利用者が望ましいと感じる情報について、Nuernberger らは 20 人の車椅子利用者を対象に調査した [4]。その結果、地図などの一次情報を調べて経路上の情報を自ら集めるよりも、人や機械による処理を経た二次情報から判断の方が車椅子利用者にとって望ましいということが明らかになった。しかし一方で筆者らは二次情報の信頼性の低さも指摘している。そこで本研究ではこれら二種類の情報の組み合わせとして、外観写真という一次情報の中から使いやすさのものを機械的に抽出することで、信頼性を下げずにユーザーに簡潔で有用な情報を提示する。また Nuernberger らは、車椅子利用者の半数以上が自分の車椅子の幅や許容最大傾斜を正確に把握していないことを明らかにした。そのため本研究でもアクセシビリティに関する情報は数値的に提示するのではなく、主観的に判断しやすいよう提示する必要がある。

一方 Hara らは経路全体に関する情報ではなく、路面上の障壁に関する情報源についてのインタビュー調査を行った [5]。この調査は Google Street View を用いて自分で判断している車椅子利用者があることを明らかにした。さらにこの研究の中で Hara らは、車椅子利用者の手法を参考

にして Google Street View 上の画像から道路上の縁石を検出するクラウドソーシングシステムを開発した。本研究でも Hara らと同様に、車椅子利用者が用いている手段を用いて有用な写真を抽出することを目的とする。

屋外施設や建物の車椅子アクセシビリティを提示するサービスは数多くある。AXSMap^{*2}や handimap^{*3} は、クラウドソーシングの手法を用いて施設のアクセシビリティ情報を収集するサービスである。こういったクラウドソーシングを用いてデータを集めるサービスは、他にもバリアフリートイレに限定した Check a Toilet^{*4} などがある。しかしアクセシビリティに特化した情報を必要とするユーザー数が限られているため、クラウドソーシングを活用しても十分なデータ数を集めることは難しい。またこれらのサービスの多くは画一的な情報を収集するだけにとどまっているため、ユーザー間のモビリティの違いを無視しているという問題もある。障害者間のモビリティの違いを考慮する経路探索を開発するために、Sobek らは U-Access を作成した [6]。このシステムは、杖や車椅子といった器具間の差異を考慮して、各器具の利用者が通りやすい経路を提示する。障害者に提示される経路は健常者に対して提示される経路に比べて複雑で長距離になってしまうが、エキスパートレビューの結果、実際に使いたいと感じるシステムであると車椅子利用者によって評価された。この研究のように、各ユーザーのモビリティの違いを考慮したシステムを構築する必要がある。

Hara らは、以上に挙げたようなアクセシビリティ提供サービスについて、車椅子利用者がどのように感じているかについて調査した [7]。その結果、車椅子利用者に特化した位置情報サービスは、データ量の少なさのためにほとんど使われていないことがわかった。さらに Hara らは、衛星画像や Google Street View などから得られる外観写真を用いてアクセシビリティを推定している車椅子利用者もいることも明らかにした。従って本研究においても、外観写真を用いたアクセシビリティ推定支援は有用であるといえる。

3. 飲食店のアクセシビリティに関するインタビュー調査

車椅子利用者が飲食店利用時に感じている障壁とそれを回避するための情報収集方法を知ることが目的として、我々は表 1 に示した車椅子利用者 7 名を対象としたインタビューを行った。

3.1 飲食店利用時の問題

車椅子では店舗に入ることさえできない場合があるた

*2 <http://www.axsmap.com/>

*3 <http://www.handimap.org/>

*4 <http://www.checkatoilet.com/>

表 1: インタビュー参加者の詳細
Table 1 Demographics of our interview participants.

No.	性別	移動能力に関する特筆事項
P1	男性	週に1度車椅子テニスをしている
P2	女性	少しであれば歩行もできる
P3	男性	週に3回車椅子テニスをしている
P4	男性	補助されて移動することもある
P5	女性	補助されて移動することもある
P6	男性	車椅子の経験が浅いが、よく外出している
P7	男性	ストレッチャー型の車椅子で、自走はできない

め、車椅子利用者が飲食店を利用する際には入り口が最も問題になる。この点について P5 は以下のように述べた。

「まず出入り口のところが狭いところっていうのは、ほとんど中にも入れないような状況のところが多いので、……小さいところ、こじんまりとしたところで行きたいなというところに行けないとか。」(P5)

参加者の中には、一度飲食店に入れてしまえばその後の問題は少ないので何よりも入店できることが重要であると考えている人もいた。そのため入り口の障壁が車椅子利用者に通ずる重要な問題であるといえる。

飲食店の内装に関しての問題を指摘する参加者もいた。特に店内が狭くて車椅子で座る位置が難しいという問題に関しては、4人の参加者が指摘した。

ドアの幅及び段差は、飲食店入り口で頻繁に遭遇する障壁として7人中4人が挙げた。車椅子は人間の身体よりも広い幅を取るため、狭い入り口からは入れない。モビリティの程度によって違いはあるものの、数段の段差がある場合は周囲の人の助けが必要になる。「2, 3段であればガンガンって行って上がることは可能」と述べた高いモビリティを持つ P3 であっても、「ステップがあるときは店の方に手伝ってもらえますかとか、常に入れる状況を作ってから入店」という。本研究で作成するシステムを車椅子利用者が用いることで飲食店入り口のこれらの障壁を事前に知り、入店可能性の低い店舗を避けられるようになることが望まれる。

3.2 飲食店アクセシビリティの情報源

上記のような飲食店利用時の障壁を回避するために、検索エンジンで「バリアフリー」というキーワードを用いて飲食店を探していると3人の参加者は述べた。

「インターネットで、駅の名前と料理の名前と、バリアフリーとかで。出てくるものを何となく追っかけてって、で、まあある程度調べて良いなって思ったら電話して……っていう感じかな。」(P7)

バリアフリーとされている店舗であっても、実際に利用

しやすい店舗であるとは限らない。

「障碍によってもいろんな程度があるので、僕にはいけるけどもあの人にはいけないと言ったように、その人目線で作ってしまうと、誰にも対応しないんですよ。」(P3)

P3 が述べたように、ある車椅子利用者にとっては利用可能な店舗であっても、車椅子操縦スキルや車椅子の種類によっては別の車椅子利用者には利用不可能になってしまうこともあるためである。この個人間のモビリティの違いを無視すると、特定のモビリティを持つ車椅子利用者にはしか利用できないシステムになってしまう。Web上の情報の不正確さと網羅性の低さを指摘する実験参加者もいた。

「でも結構、ネットに乗ってる情報って嘘が多くて、食べログとかにもバリアフリーって書いてあるのに全く違ったり。」(P7)

「色んな人がいろんなことやろうとアイディア勝負でいろんなものが立ち上がってるんですけど、いかんせん中途半端で。」(P3)

上記のように Web から得られた飲食店に関する情報には問題がある中で、飲食店口コミサイトにアップロードされたレストランの外観写真を用いて自らアクセシビリティを推定している参加者もいた。

「食べログ見るじゃないですか。あれポイントチェックするんじゃないかってあそこの写真有るじゃないですか。外観の写真と内観の写真ってだいたいあるんです。それで見ると。」(P1)

4. システムの方向性

インタビュー及び関連研究から、車椅子利用者の飲食店利用を支援する上で必要となる要件が明らかになった。その要件は以下のようにまとめられる。

- 飲食店に入れるか否かを重視する
- アクセシビリティ情報の信頼性と網羅性を高める
- 車椅子利用者間のモビリティの違いを考慮する

インタビューから、既存の飲食店ウェブサイトにあるバリアフリーの情報では不十分なことがわかった。また、外観画像からアクセシビリティに関する情報を得ていることもわかった。そこで本研究では、飲食店外観写真を用いたユーザーによるアクセシビリティ推定を支援する。

アクセシビリティを機械的に推定せずユーザーに判断させるのは、個人間の違いという問題を解消するためである。画一的な基準に基づいて機械的に判断したアクセシビリティとは異なり、主体的な判断ではユーザーの主観に適したアクセシビリティ推定が行える。例えば入口の前にある段差が2段であるという画像をユーザーに提示したとき、

1 段の段差でも入れない人はその店のアクセシビリティは低いと判定する一方で、2 段まで許容できる人はその店を利用可能だと判定することができる。

食ベログ上の外観写真を用いてアクセシビリティを判断する上での問題として、外観写真の数が多すぎるということがある。外観写真の中にはドアや段差が写った写真がある一方で、看板や行列などの車椅子アクセシビリティに関係のない情報に焦点を当てた写真も多くある。よって本研究で製作するシステムでは、アクセシビリティ判断のために有益な画像を自動で抽出して提示することが望ましい。本システムを用いることで、車椅子利用者は数枚の外観写真を見るだけでその飲食店のアクセシビリティが判断できるようになると期待される。

5. 車椅子アクセシビリティ推定に有用な画像の収集

本研究ではアクセシビリティ判断において有用な写真を提示することを目的とする。そのためにもまずどのような写真が有用であるのかを明らかにする必要がある。そこで我々は実際に食ベログにある外観画像を用いたことのある P1, P3 の協力を得て、食ベログ上の飲食店外観画像が有用か否かをラベル付けした。本章ではこのデータ収集方法とその結果について述べる。

5.1 データ収集システム

外観画像が有用か否かをラベル付けするために、ラベル付け用のシステムを作成した。本システムは JavaScript を用いて Chrome Extension として開発され、バックエンドには Ruby on Rails と MySQL を用いた。Chrome Extension とは、近年シェアが高まっている Web ブラウザである Google Chrome への拡張機能であり、ユーザーがインストールすると特定ページの内容の書き換えなどを行うことができる。

本ラベル付システムを Google Chrome にインストールして食ベログ上の店舗ページを訪問すると、図 1 のような画面となる。“accessibility” という部分 (赤枠) が今回我々が作成したツールにより追加された箇所である。この画面では大きく分けて 2 つの機能を提供する。

1 つ目の機能は、店舗周辺の風景画像を提供する機能である。本機能は Google Street View を食ベログ上に埋め込むことで実現している (図 1 上部)。食ベログのサイト上にある写真だけでは飲食店の概観を把握できないことがあるが、ユーザーは本機能を用いることによって店舗周辺の風景画像をインタラクティブに探索することができる。

2 つ目の機能は、その店舗の外観写真が車椅子利用者であるユーザー自身にとって有用であるのかを選択させる機能である (図 1 下部)。ここでは一般ユーザーが投稿したその店舗の外観写真のうち最新 40 件を表示している。そ



図 1: アクセシビリティデータ収集用システムの概観

Fig. 1 An interface overview of our accessibility data collection.

れぞれの画像の下にあるボタンはその画像が有用である (“useful”) か有用でない (“useless”) を判定するボタンであり、デフォルトでは全て “useless” になっている。

5.2 データ収集手順

調査は以下の手順で行った。まず評価対象となる飲食店を、食ベログに掲載されている店舗の中から 15 店舗選んだ。ここでは建物の一階にある店舗のみを評価対象にした。更に地下店舗画像の評価も追加で集めるために、地下にあり階段を使わないと入れない店舗を 1 店舗だけ選んだ。選んだ店舗数が 16 店舗で、それぞれ外観写真の最新 40 枚を評価対象とするため、総画像数は 640 枚となるはずである。しかし 16 店舗中 3 店舗は外観写真が 40 枚に満たなかったため、実際に評価対象となった写真の枚数は 609 枚となった。

今回の調査は我々が同席のもと対面形式で行った。対象となる画像をすべてラベル付けし終わるまでに、いずれの評価者もおおよそ 40 分の時間がかかった。すべての画像のラベル付けが終わった後、主な着目点や特に有用だと感じた写真について、10 分程度のインタビューを行った。

6. 結果

今回の調査の結果、P1, P3 による 609 枚の写真に対する評価は表 2 のようになった。この結果に対して重み付きカッパ係数を計算すると、0.5708 となった。従って、両者の評価は穏やかに一致しているといえる。

以下では、写真の有用性を判定する際に重視した点に関するインタビューで得られた結果について述べる。

表 2: 写真の有用性評価における混合行列

Table 2 The confusion matrix of the usefulness ratings.

		P3		
		Rating	useful	useless
P1	useful	112	97	209
	useless	9	391	400
	総計	121	488	609



図 2: 段差が確認できる写真の例 (本図を含めた以降の外観写真は、収集したデータセットにある写真の構図や写っている内容を忠実に再現して著者が撮影したものである。)

Fig. 2 An example picture of a restaurant showing doorsteps. (One of the author took this and later pictures by himself. All the pictures were taken to reproduce the composition and objects shown in the photos in the dataset as faithfully as possible.)

6.1 入口の段差

写真に写っていると望ましいものとして、P1, P3 ともに入口の段差を挙げた。

「玄関の、足元しか見ないんですよ。そこに段が何段あるか。そこだけなんです。そこがフラットなのか段なのか。そこだけなんです。」(P1)

「えー1つ目が、まずは段差が、入り口に段差が歩かないか。これがまず一つ目。なので入店が可能かどうかですね。」(P3)

我々が3章で明らかにしたように、入口の段差は車椅子利用者の入店可能性に最も影響を与える。そのため段差を判断できる写真は車椅子利用者にとって特に有用である。

P1の発言にあるように、段差の有無だけでなくその段数も写っていることが望ましい。これはP1にとって1段の段差はさほど問題ないが2段以上だと入店が困難になるといったように、段数によってアクセシビリティは変わるためである。入り口の段差が写っている写真の例として図2がある。これはP1, P3ともに有用であると評価した写真である。写真中に人が写っているのが邪魔になっているように見えるが、段差の数がはっきり写っているために有用であるといえる。



図 3: 内観を見て取ることの出来る写真の例

Fig. 3 An example exterior picture showing the inside of a restaurant.

6.2 内装

写真に望む内容として、P3のみが内装を挙げた。

「2つ目は店内が、椅子系、椅子なのか、それとも立って食べる場所なのか。あとは椅子が取外し可能なかどうか。そんなところで店内の様子が見えるかどうかにも気になってきます。」(P3)

これは我々が3章で明らかにした、飲食店の内装を気にかける車椅子利用者もいるという事実と一致する。ただし今回は外観写真のみを評価対象にしたので、外から店内の様子が伺えるものをP3は有用と判断した。例えば図3は、この店舗の画像の中で特に有用であるとP3に評価された写真である。この写真からは店内の様子も伺うことができる上に、入り口に段差がないことがわかる。この2つの望ましい性質が揃ったため、P3にとっては特に有益であったといえる。

内装に関連して、P3は入店待ちの行列の様子が写っていることも有用だと述べた。

「並んでる姿とか。人が混むのならば並んでるときに経って待っててどこで待つ必要があるのか。」(P3)

P3は「傘を持つことが困難なので、こういった形で待つのか」を気にしているため、行列の有無は待ち方を知る上で有用であると述べた。行列が写っている写真としては図4がある。P1はこの写真を有用でないと評価したが、P3は有用であると判断した。行列が屋根のないところで待っていることが見て取れるため、P3にとってこの写真は有用であるといえる。

6.3 周囲の道の様子

P3のみが挙げた有用な被写体として他に、周囲の道の様子があった。P3は主な移動手段として自動車を用いているため、周囲の道を見ることで車から店にアクセスしやすいかを判断したいと述べた。



図 4: 行列が写っている写真の例

Fig. 4 An example showing a queue at a restaurant.



図 5: 車道の写っている写真の例

Fig. 5 An example with roads around a restaurant.

「駐車できるかどうか、周りに、車で行った場合どうなるんだろうか。」(P3)

実際に周囲の車道の様子が写った写真として図5がある。P3はこの写真を特に有用だと感じた写真として挙げた。なお、この写真からは入口の様子や段差が無いことも確認できるため、P1も有用と判断した。

6.4 撮影角度・構図

写真の撮り方に関して、P1は俯瞰で正面から写された画像が最も良いと述べた。

「さっきは俯瞰のななめじゃないですか。俯瞰のど正面が一番ベストですね。」(P1)

P3は図3を有用と評価した一方で、写っている対象が同じで角度のみ異なる図6を有用でないと評価した。斜めから取られているために入口の様子ははっきり分からないということを、この評価の理由としてP3は指摘した。以上よりP1、P3ともに、正面から撮られた写真の方が、店の外装を把握しやすいと感じていることがわかる。



図 6: 入り口の一部が切れている写真の例

Fig. 6 An example only partially showing the door.

7. 視覚的特徴量の検討

我々は、5章でのインタビュー結果をもとに、有用な画像の視覚的特徴として以下の5種類を定めた。

- ドア全体が写っている
- 入り口までの道が写っている
- 段差・階段が写っている
- 店の前の道が写っている
- 正面から撮られている

これらを定める際には、P1、P3がともに有用だと考えている特徴のみを選んだ。

上記の特徴を用いて、収集した外観写真609枚それぞれが各特徴に当てはまるかの判定を手動で行った。例えば図2は「段差・階段が写っている、店の前の道が写っている」の2つの特徴を有しているといえる。

7.1 画像の視覚的特徴による有用性のロジスティック回帰分析

上で述べた通り、各画像の視覚的特徴の有無を表すラベルを得た。この視覚的特徴ラベルと5で得た有用性ラベルを用いてロジスティック回帰分析を行うことで、我々は画像の有用性のモデルを構築した。

モデル化に使用するデータは、P1、P3による評価が一致しているものに限定し、評価が分かれているものは除いた。被説明変数は画像の有用性 (*usefulness*) であり、二人がともに有用と評価していたら1、二人がともに有用でないと評価していたら0となる。説明変数は上述した5つの視覚的特徴で、ある画像がそれぞれの特徴を有していたら1、有していなければ0となる。

分析の結果、5つの説明変数のうちの3つが主要な説明変数であることがわかった。その3つとは、

- ドア全体が写っている (*door*)
- 段差・階段が写っている (*step*)
- 店の前の道が写っている (*road*)

である。回帰曲線の計算式は

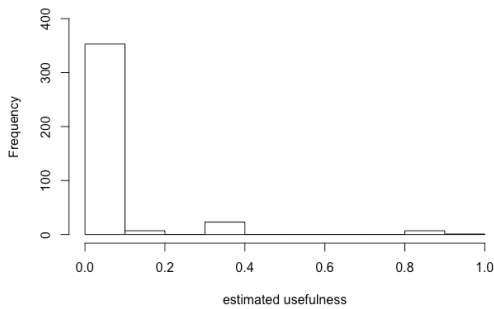


図 7: 有用性 0 の画像 (N = 391) の推定値のヒストグラム
 Fig. 7 The histogram of photos with *usefulness* = 0 (N = 391).

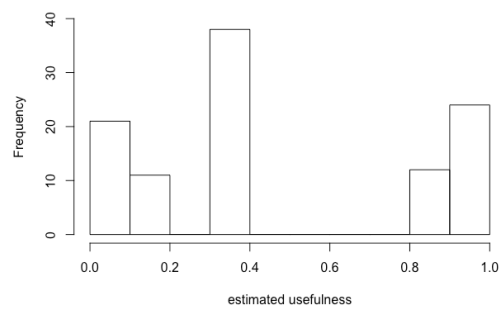


図 9: 有用性 0.5 の画像 (N = 106) の推定値のヒストグラム
 Fig. 9 The histogram of photos with *usefulness* = 0.5 (N = 106).

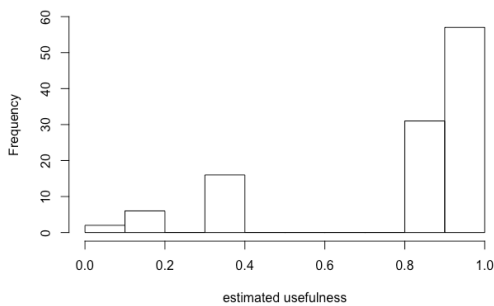


図 8: 有用性 1 の画像 (N = 112) の推定値のヒストグラム
 Fig. 8 The histogram of photos with *usefulness* = 1 (N = 112).



図 10: 過小に推定された画像の例
 Fig. 10 An example whose estimated usefulness was lower than the actual rating.

$$usefulness = \frac{1}{1 + \exp(-Z)} \quad (1)$$

であり,

$$Z = -4.2852 + 3.8001 \times door + 2.8149 \times step + 3.6409 \times road \quad (2)$$

となった。これらの説明変数の推定係数は全て p 値が 0.001 未満であり、このときの AIC は 157.12 でパラメータの組み合わせの中で最小となっていたことから、よくモデル化しているといえる。

7.2 モデルの実用性評価

7.1 節で求めたモデルを用いて元データの有用性推定を行い、データ収集で得られた有用性と比較することでモデルの性能を評価する。図 7, 図 8, 図 9 は、それぞれ有用性が 0, 1, 0.5 の画像に対してモデルを適用したときの推定値のヒストグラムである。

図 7 にあるように、有用性が 0 で推定値が 0.5 を超える画像は 8 枚しかない。有用性が 0 の画像全体の 2.05 % であるので、大部分の画像は正しく推定できているといえる。有用性が 1 の画像 112 枚のうち、推定値が 0.5 未満となっ

ているのは 24 枚であり、有用性が 1 の画像全体の 21% を占める (図 8)。推定値が低い写真の例として図 10 がある。この写真は P1, P3 ともに有用であると判断したが、推定値は 0.1869 となった。これは、実験参加者は店内の段差を確認することができたが、手前の段差が完全には写っていないため *step* の値を 0 としたからである。

最後に P1, P3 の評価が分かれた写真について分析する。車椅子利用者が写真を用いてアクセシビリティを判断する上では、偽陽性の写真が問題になる。すなわち、有用でない画像が有用として提示されてしまうと、ユーザーにとって不要な写真の割合が高まり不便になる。そのためここでは P1, P3 で評価が分かれた写真の中で推定値が 0.5 を超えたものについて詳細に分析し、偽陽性が起こりうる原因について分析する。推定値が 0.5 を超えたものは 36 枚で、全体の 34.0% であった (図 9)。その 36 枚について分析したところ、以下のような特徴を発見した。

- 段差の一部が隠れている (10 枚)
- 離れて撮られている (7 枚)
- 写真が暗い (5 枚)

例えば図 11 は、道が写ってはいるものの、暗い上に段差の一部がかけているため、判断が難しくなっている。上記



図 11: アクセシビリティ判断が難しい画像の例

Fig. 11 An example that is hard to use for accessibility estimation.

3つのいずれの特徴も判断を不可能にするものではないが、判断を少し困難にさせているといえる。

以上の分析から、我々が求めたモデル式は有用性を実際よりも小さく推定することが多いとわかった。モデルの判定が厳しいことで偽陽性を防ぎ、それによって不要な情報の提示を避けられる。したがって、このモデルは有用な写真を提示する上で実用的であるといえる。

8. おわりに

本研究では車椅子利用者が飲食店に関するアクセシビリティ情報をいかにして入手しているのかを調査するために、7名の車椅子利用者を対象にインタビューを行った。その結果飲食店口コミサイトにおける外観写真をよく利用していることがわかった。一方で既存のインターネット上の情報源が、個人間のモビリティの違いを無視していることや、データ量の少なさや信頼性のなさといった問題を抱えていることも明らかにした。

そこで本研究では、飲食店口コミサイトにおける外観写真を用いて飲食店のアクセシビリティを車椅子利用者自ら推定することの支援を目的とした。そのための準備として本稿では、アクセシビリティを推定する上で有用な画像を収集・分析し、それらの特徴について整理を行った。さらにそれらの特徴をもとに画像の有用性を推定するモデルを構築した。

現段階では画像の有用性の評価者が2人であったため、より多くの車椅子利用者による評価データを集めることが今後の課題である。データ量の増加によって、より一般性の高いモデル化がなされることが期待される。

本稿では写真中の視覚的特徴を手動でラベル付けした。今後の研究では画像認識や機械学習などの手法を用いることで、画像中の視覚的特徴の検出を自動化する必要がある。さらに、有用であると推定された写真を提示するモバイルインターフェースの構築を行い、車椅子利用者が飲食店を利用しやすくなるユビキタス社会に貢献するよう研究を進

めていく。

謝辞

ご多忙の中インタビューや情報収集に快くご協力くださった実験参加者の方々に、厚く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Bromley, R. D. F., Matthews, D. L. and Thomas, C. J.: City centre accessibility for wheelchair users: The consumer perspective and the planning implications, *Cities* (2007).
- [2] Meyers, A. R., Anderson, J. J., Miller, D. R., Shipp, K. and Hoening, H.: Barriers, facilitators, and access for wheelchair users: substantive and methodologic lessons from a pilot study of environmental effects, *Social Science & Medicine* (2002).
- [3] McClain, L., Beringer, D., Kuhnert, H., Priest, J., Wilkes, E., Wilkinson, S. and Wyrick, L.: Restaurant Wheelchair Accessibility, *American Journal of Occupational Therapy* (1993).
- [4] Nuernberger, A.: Presenting accessibility to mobility-impaired travelers, *University of California Transportation Center* (2008).
- [5] Hara, K., Le, V. and Froehlich, J.: Combining Crowdsourcing and Google Street View to Identify Street-level Accessibility Problems, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, New York, NY, USA, ACM (2013).
- [6] Sobek, A. D. and Miller, H. J.: U-Access: a web-based system for routing pedestrians of differing abilities, *Journal of Geographical Systems* (2006).
- [7] Hara, K., Chan, C. and Froehlich, J. E.: The Design of Assistive Location-based Technologies for People with Ambulatory Disabilities: A Formative Study, *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '16, New York, NY, USA, ACM (2016).