

参加型センシングにおける 不良回答を抑制する立場表明手法の提案と評価

大山 航平^{1,2} 松田 裕貴^{1,2,3} 中村 優吾⁴ 諏訪 博彦^{1,2} 安本 慶一^{1,2}

概要: 近年、スマートフォンの普及により、モバイル端末上でユーザの周辺環境などの情報提供を依頼する参加型センシングが注目されている。しかしながら、ユーザに写真のアップロードや文字入力を依頼する能動的参加型センシングでは、回答者が楽に早く依頼を完了しようとし、必ずしも正確に回答しないという問題がある。そこで本研究では、真面目に回答するという宣誓を回答時に回答者に求める立場表明の手法をスマートフォンを用いた参加型センシングに導入し、不良回答を抑制するシステムを開発した。本システムを用いて評価実験を行い、提案手法の有用性を確認した結果について報告する。

A swearing oath method toward reducing careless responses in participatory sensing

KOHEI OYAMA^{1,2} YUKI MATSUDA^{1,2,3} YUGO NAKAMURA⁴ HIROHIKO SUWA^{1,2}
KEIICHI YASUMOTO^{1,2}

1. はじめに

近年、スマートフォンの普及により、モバイル端末上でユーザの周辺環境などの情報提供を依頼する参加型センシング [1] が注目されている。参加型センシングは、センサの設置が不要で広範囲からデータを取得可能といった利点がある。中でも、モバイル端末を利用するユーザが意識的に情報提供を行う方式の能動的参加型センシングでは、混雑度・騒音・景観など、物理センサによるセンシングでは取得しきれない、人の知覚を用いたデータの取得が可能となる。しかし、ユーザに写真のアップロードや文字入力を依頼する場合、回答者が楽に早く依頼を完了しようとし、必ずしも正確に回答しないという問題がある。収集した回答データから不良回答を検出するようなアプローチは、クラウドソーシング型のアンケート調査のように大量のデータが有る場合は有効だが、参加型センシングにおいてはデータが不足することが考えられる。紙媒体でのアンケート調

査の分野においては、不良回答を抑制するための研究がいくつか行われてはいるが、電子媒体でのアンケート調査分野においては少ない。また、紙媒体のアンケート調査分野での不良回答手法を参加型センシングに応用した場合の効果については、いまだ示されていない。

本研究では、紙媒体のアンケート調査分野での不良回答手法として研究されている立場表明のアプローチを参加型センシングに導入しその影響を調査するとともに、電子媒体ならではの新たな立場表明手法を提案する。この手法によって不良回答を抑制する参加型センシングシステムが構築できれば、センシング実施者がユーザに対してインセンティブを設定することなく回答データの質を向上させることが可能になる。その目標に際して本稿では、立場表明を取り入れた際の回答行動を記録するシステムを実装・評価した結果について報告する。提案手法を用いた参加型センシングアプリを用いて実験を行うことで、立場表明によって不良回答の削減ができたかどうかを確認する。また、立場表明を求めることが回答数や回答時間などに与える影響を分析する。

本稿の構成は次の通りである。まず、2章で関連研究について述べるとともに、本研究の立ち位置を示す。3章で

¹ 奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology

² 理化学研究所革新知能統合研究センター, RIKEN AIP

³ JST さきがけ, JST PRESTO

⁴ 九州大学

Kyushu University

は提案手法と、それを用いて構築した参加型センシングシステムについて述べる。4章ではそのシステムを使用した評価実験の設定について説明し、5章で実験結果と考察について述べる。最後に、6章で本稿のまとめと今後の展望を述べる。

2. 関連研究

参加型センシングと同様に、アンケート調査において、楽に早くタスクを完了しようとする回答者の態度が結果の信頼性低下をもたらす「Satisficing (努力の最小限化)」が指摘されている。三浦ら [2] の調査では、1800 人を対象としたオンラインアンケート調査を 2 つの調査会社で実施した結果、それぞれ 51.2%、83.8% が不適切な回答であったと報告されている。Satisficing によって生じる不良回答は調査結果の解釈を困難なものとする点で、きわめて望ましくない。

2.1 不良回答検出

この問題に対して、Maniaci ら [3] は、ARS (Attentive Responding Scale) および DQS (Directed Question Scale) という Satisficing 検出手法を考案した。これらの手法は、本来調査したい内容ではないいくつかの質問をアンケートに組み込んで使用する。ARS には Inconsistency と Infrequency という 2 種類がある。Inconsistency は、内容は同じだが文章が微妙に変更された質問に対する回答の差分に注目するものである。11 の質問に対する差分の合計が 11 以上であれば Satisficing であると定義されている。Infrequency は、常識的に誰もが選択すると想定される選択肢が存在する質問を設け、その想定選択肢と実際に選択された選択肢の差分に注目するものである。11 問の差分の合計が 12 以上であれば Satisficing であると定義されている。また、DQS はリッカート形式の選択肢の文章中で回答指示 (どの選択肢を選択させるか、あるいはどの選択肢も選択させない等) を与え、その指示に従わなかった場合 Satisficing であると判断する。後上ら [4] は、スマートフォンを用いた Web アンケート調査回答時の画面スクロール量や質問単位の回答時間、選択肢の変更等を時系列データとして記録し、Satisficing を検出するシステムを構築した。しかしながら、一般に質問数が少なく回答時間も短い傾向にある参加型センシングにおいては、これらの手法を用いることは難しい。また、回答の良否を識別できたとしても、不良回答を除外してしまうと有効データ数が少なくなってしまうという問題もある。

2.2 不良回答抑制

Ward・Pond ら [5] は、回答の質が低いと警告するという教示と、Web アンケート調査の画面上の動く人の画像 (virtual presence) の有無の効果を調査した。すると画像だ

けでは効果が無かったものの、教示との有意な交互作用が見られた。しかし、この表示はスマートフォンのような小さな画面に適していないことが指摘されている。増田ら [6] は、PC を用いた Web アンケート調査における Satisficing を防止するために、冒頭宣誓 (回答前に真面目に回答することを宣誓するかどうかを問う設問) を導入している。これは、人は一度ある立場を表明すると、そのコミットメントと一貫した行動を取るように、自然と心理的圧力がかかることを利用しようというものである。この設問に対し「真面目に回答する」と答えた群は、回答の質についての複数の指標において、統制群より良好な値を示している。このことから、質問に対する回答行動を改善する手段として、立場表明は有用と考える。

2.3 本研究の位置づけ

従来の参加型センシングにおいては、ユーザの回答の質を高めるアプローチとして、ゲーミフィケーションなどを利用しユーザのモチベーションを向上させる方法 [7] が提案されているが、不良回答を引き起こす Satisficing に着目した例は著者の知る限りまだ存在しない。本研究では、Web アンケート調査で活用されている「立場表明」の仕組みを、スマートフォンを用いた参加型センシングに新たに導入することで、不良回答を抑制する手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 参加型センシングにおける立場表明手法

本章では、Web アンケート調査にて不良回答抑制効果が認められた「立場表明」を、参加型センシングに導入する手法を提案する。

前述の通り、先行研究 [6] では、PC を用いた Web アンケート調査の回答前に「真面目に回答します」という文章の横にあるチェックボックスをクリックするよう回答者に求めることで、自身に「真面目に回答しよう」という心理的圧力を生み出すことに成功している。この心理的圧力を生じさせるためには次の 2 つの条件を満たす必要がある：(1) 「私は真面目に回答します」という旨の文章を“読む”(2) その文章に対して“同意する”ことを自ら表明する

この心理的圧力をより強く生み出すことができれば、不良回答の抑制効果が高められると考えられる。本稿では、上記 (1) 同意文を読ませる“方法”および (2) 同意を表明する“方法”、それぞれの条件について、改善手法を提案することにより心理的圧力の強化、ひいては参加型センシングにおける不良回答の抑制を実現することを目指す。

まず、(1) 同意文を読ませる“方法”について述べる。これまでの研究事例では、アンケートに関する指示文の最後に同意文およびチェックボックスが設置されていた。しかしながら参加型センシングで想定されるタスクは、Web アンケートとは異なり、一度の回答に要する時間が短い (一

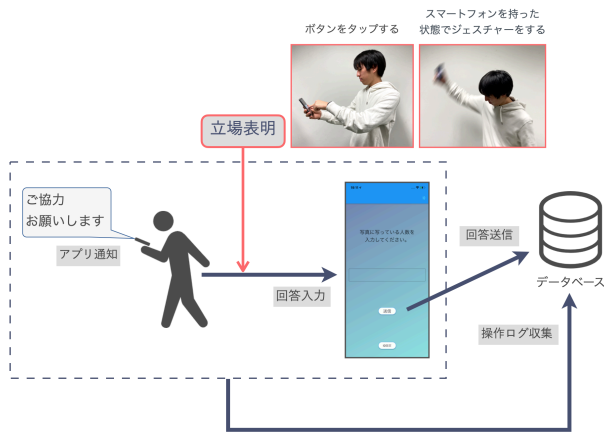


図 1 システムの流れ

問一答のような形式) ことから, 同じ画面上に多くの情報を表示することは読み飛ばしの原因となると考えられる. また, 同意を表明する行動によって心理的圧力が発生することから, 同意文を読むかどうかについてもその直前に行った行動による影響があると考えられる. そこで, 同意文を表示するタイミングを「質問文を読む前」から「質問文を読んで回答しよう」と回答欄をタップした瞬間」とすることで, 同意文がより読まれやすくする仕組みを導入する.

次に, (2) 同意を表明する“方法”について述べる. これまでの研究事例では, 同意文の横にあるチェックボックスをクリックする方法を採用している. この動作には, マウスでチェックボックスまでカーソルを移動させてクリックするという, 文章に注目させるような操作が含まれている. 一方で, 参加型センシングにおけるチェックボックスのクリックは, 直接その場所をタップするだけに過ぎず動作が比較的単純となっており, 表明の効果が薄くなることが懸念される. そこで, 本研究はスマートフォンを用いるという条件に着目し, スマートフォンに搭載された加速度センサを用いたジェスチャ認識を用いることで, 特定のジェスチャを同意の表明と定義する新たな同意の表明方法を導入する. 本稿では, 大きな体動を伴いつつも動作がイメージしやすいジェスチャとして「スマートフォンを振る」という動作を採用することとした.

以降では, 上記立場表明機能を参加型センシングアプリ上に実装する方法について述べる.

3.2 参加型センシングアプリの立場表明機能の実装

提案手法を導入した状態での回答データを収集するために, スマートフォン用の参加型センシングアプリである「OathSurvey」を設計・実装した. システムの動作の流れを図 1 に示す.

回答者は予め自身のスマートフォンに OathSurvey (以降, アプリ) をインストールしている. アプリからの回答依頼通知を受け取った回答者がアプリを開くと, 質問文と



(a) ボタンタップ

(b) ジェスチャ (スマホを振る)

図 2 立場表明画面

回答入力用のテキストフォームが表示される. 回答者が, 回答入力フォームをタップすると, アプリ上全画面に立場表明を促すダイアログが表示される. ダイアログには同意文および同意する際に取るべき立場表明行動が示されている. この行動を行うことで, 回答入力フォームへの入力が可能となる. 本アプリでは, 立場表明手法として, 従来手法と同等の「ボタンをタップする」という行動と, 本稿で提案する「スマートフォンを持った状態でジェスチャをする」という行動の 2 種類の方法のいずれかが提示される. それぞれの画面を図 2 (a), (b) にそれぞれ示す.

なお, 本稿の実験では回答行動の分析も行うために, 「通知発行」「通知タップ」「テキストフォームをタップ」「立場表明画面表示」「立場表明完了」「回答データ送信」「アプリがフォアグラウンドに移行」「アプリがバックグラウンドに移行」といった画面操作イベントが発生したタイミングで, イベント内容と時刻が都度データベースに保存される機能も実装した. また, 回答内容についても同様にデータベースに保存される.

4. 評価実験

本章では, 提案手法の有効性を検証するための評価実験について述べる. なお, 本研究は奈良先端科学技術大学院大学人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を受けて実施している (承認番号: 2020-I-16)

4.1 実験概要

評価実験の目的は, 参加型センシングにおける立場表明が不良回答の抑制に与える影響を明らかにすることである. そのために, 3.2 節において実装したアプリを実験参

加者に利用してもらい、立場表明の有無および立場表明手法の違いにより、回答の質（正答率）や回答行動（回答時間）に影響があるか確認する。

実験参加者は、研究室に所属する 20 代の大学院生 20 名である。実験期間は、2021 年 4 月 13 日～27 日の 2 週間である。実験参加者は、事前説明を受け、実験参加への同意書を提出したうえで実験に参加している。事前説明にあたり、不良回答行動に関する調査として説明してしまうと回答に影響があるため、参加型センシングに関する調査であることのみ説明し、不良回答行動についての説明は伏せている。実験終了後に再度不良回答行動についての実験であったことを説明し、改めて実験参加への同意を確認している。

実験参加者は、参加するにあたり、各自の持つ Android 端末または iOS 端末に実験用の参加型センシングアプリをインストールしている。本アプリにより、次節で説明するセンシングタスクが依頼される。各依頼に際し、「立場表明無し」「ボタンをタップする」「スマートフォンを振る」のいずれかの立場表明手法が選択され、実験参加者へ提示される。実験参加者は、提示された立場表明手法の指示に従ったうえで回答を入力する。なお、実験参加者は依頼を無視することもできる。

4.2 センシングタスク設定

ユーザに依頼するセンシングタスクは、「掲示されている群衆画像に写る人の数をカウントし、アプリから送信する」というものである。このタスクは、観光地やバス停留所における混雑度を収集する参加型センシングタスクを模している。また、このタスクは回答の正解値が一意に定まるため、回答データの質の良否を分析するのに適している。群衆画像には Beijing-BRT-dataset [8], VisDrone2019-SOT [9], CityStreet [10] を使用している。画像の例を図 3 に示す。画像は研究室の入り口付近に設置されたデジタルサイネージに掲示され、付近に差し掛かった実験参加者には実験アプリから回答依頼通知が発行される。通知を受け取った実験参加者はサイネージまで移動し、人数をカウントし、回答する（図 4）。群衆画像は毎日 0 時と 12 時に更新され、実験参加者は 1 日に最大 2 回まで回答することができる。

4.3 評価手法

参加型センシングにおける立場表明が回答の質および回答行動に及ぼす影響を定量的に明らかにするために、各立場表明手法における正答率と回答時間を比較する。正答率については、各立場表明手法に対する総回答数および不良回答数から算出する。回答時間については、立場表明時間および回答入力時間に分けて収集し、その合計を回答時間とする。なお、「立場表明無し」については、立場表明時間は発生しないものとする。

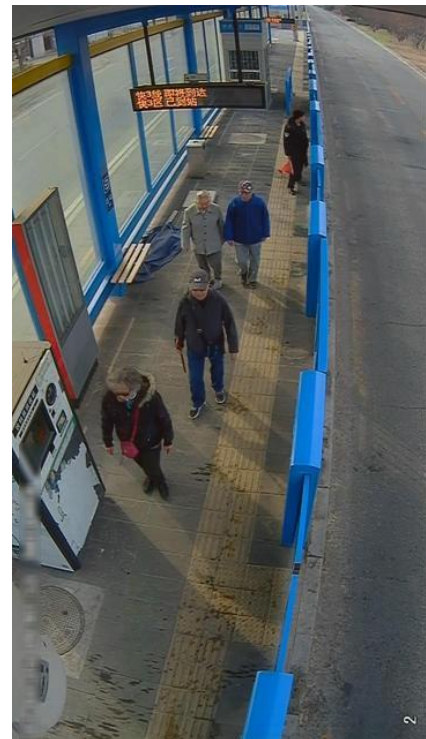


図 3 提示する群衆画像の例 [8]

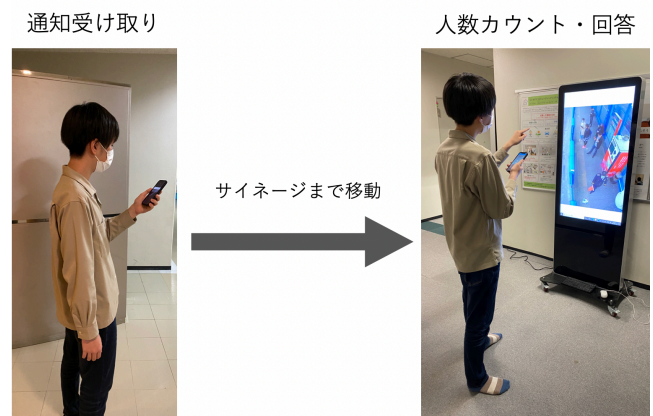


図 4 回答時の流れ

また、本アプリによる立場表明が、回答者の心理に与える影響を確認するために、アプリ使用に意識についてアンケートによる主観評価を行う。質問項目は、Q1: タップによる立場表明を面倒に感じたか、Q2: ジェスチャによる立場表明を面倒に感じたか、Q3: 立場表明を求められることで回答回数が減ったと思うか、Q4: 立場表明によって「真面目に回答をしよう」という意識になったか、の 4 項目である。

5. 実験結果

5.1 定量的評価

定量的評価の実験結果を表 1 に示す。回答の質および回答行動の違いについてそれぞれ述べる。

表 1 実験結果 (回答データの概要)

立場表明方法	総回答数	不良回答数	正答率 [%]	立場表明時間 [s]	回答入力時間 [s]	合計回答時間 [s]
立場表明無し	99	7	92.9	-	8.6	8.1
ボタンをタップ	113	3	97.3	1.2	9.1	10.3
スマホを振る	90	3	96.7	2.2	9.3	11.5

表 2 アプリ使用時の意識についてのアンケート

質問	選択肢				平均スコア
	とても感じた	少し感じた	あまり感じなかった	全く感じなかった	
Q1: 面倒に感じたか (タップ)	1 (5.0%)	2 (10.0%)	6 (30.0%)	11 (55.0%)	0.65
Q2: 面倒に感じたか (ジェスチャ)	5 (25.0%)	9 (45.0%)	3 (15.0%)	3 (15.0%)	1.80
Q3: 解答回数が減ったと感じたか	0 (0.0%)	0 (0.0%)	12 (60.0%)	8 (40.0%)	0.60
Q4: 真面目に回答しようと感じたか	7 (35.0%)	11 (55.0%)	2 (10.0%)	0 (0.0%)	2.25

回答の質に関する分析

表 1 より、各立場表明の総回答数は、99 件、113 件、90 件と大きな差は見られなかった。また、不良回答数は 7 件、3 件、3 件と少なく、全体的に正答率の高い結果が確認できる。これは実験参加者がセンシング依頼者と同じ研究室に所属する学生だったことも影響していると考えられる。

立場表明手法別に比較すると、立場表明を求めなかった場合の正答率は立場表明を求めた 2 パターンに比べて低下している。クロス集計表の残差分析の結果、立場表明無しの調整済み標準化残差 (片側 P 値) が 5 % 有意となり、不良回答数の実測度数が期待度数と比較して有意に大きいことが確認された。この結果は、立場表明が回答者の意識にポジティブな影響を与えたことを示している。

なお、立場表明の違い (ボタンタップ、ジェスチャ) による差は今回の実験では確認できなかった。この点については、今後より多くの被験者による実験を通して違いが存在するののかについて明らかにする必要がある。

回答行動に関する分析

表 1 より、立場表明から回答入力完了までを合わせた合計回答時間はボタンをタップする動作やスマホを振る動作が加わることで、それぞれ 1.2 秒、2.2 秒延びていることが確認できる。しかし、回答入力動作のみを比較した場合にも、立場表明をさせた場合の方がより 0.5~0.7 秒延びていることがわかる。これは、立場表明を行ったことが回答者の意識に影響し、通常よりも丁寧にタスクに取り組んだ結果と考える。

5.2 主観評価

主観評価の結果を表 2 に示す。

実験後アンケート回答による分析

表 2 より、ボタンをタップする動作は過半数の参加者が全く面倒に感じなかったと回答しているのに対して、スマホを振る動作は、少なからず面倒に感じている参加者が大多数であった。これは、後述の回答者からのコメントにもある通り、スマホを振る動作の要求される強度が高すぎたことも原因の 1 つであると考えられる。

立場表明に対する自由記述

「回答時に立場表明を求められることに対してどう思いましたか?」という質問に対して任意で回答を受け付けた。そこで得られたコメントをいくつか抜粋して紹介する。

- ポジティブなコメント
 - 適当に回答しようという気はなくなった。
 - 立場表明があることで、雑に回答してはいけないと意識付けられたので良かったと思う。
- ネガティブなコメント
 - 何回も回答前に立場表明があるとかかなりストレスになりそうだった。
 - 信用されていないという不快感。
- その他のコメント
 - あまり意識はしていなかった (はじめから真面目に回答しようと思っていたので)。
 - 特に何も思わなかった。

ポジティブなコメントから、参加型センシングにおいても立場表明は一定の効果があることが示唆される。また、ネガティブなコメントでは何度も立場表明することのストレスについて言及されている。この指摘は、ある大きなタスクを小さなタスクに分割し多数の人で解決するという参加型センシングの特徴と、立場表明が心理的圧力を与えることが、悪い方向に作用したためと考えられる。これを解決

するためには、立場表明をした後にその効果がどの程度持続するのかの調査を行い、毎回立場表明をしなくてもよい仕組みを導入するなどといった工夫が必要である。

また、立場表明をしなければならない人（例えば、過去に不適切回答と思われる回答をしたことがある、など）を推定するとともに適切なタイミングで立場表明を促す方法も解決の一案と考えられる。

さらに、OathSurvey アプリの改善案についても任意で意見を募った。いくつかを抜粋して紹介する。

- 振る動作がかなり強く振らないといけなかった。
- 街中でスマホを振る場合、周りの目が気になってしまうかもと感じた。
- 立場表明を求める文章は赤色の方が危機感のようなものが出そう。
- 立場表明のバリエーションがもっと欲しいと感じた。

6. まとめと今後の展望

本稿では、参加型センシングの不良回答抑制に向けた立場表明システムを提案した。提案システムは、参加型センシング用スマートフォンアプリケーションの回答タイミングで、回答者に立場表明を求めるものとした。現状では、ボタントップをジェスチャの2種類の立場表明方法を導入しており、参加型センシングのタスク内容にかかわらず適用できると考えられる。評価実験においては、立場表明が回答データの質や回答行動に与える影響を調査した。その結果、立場表明を求めた場合には、不良回答が有意に減少していることが確認できた。今後は実際の参加型センシングに近い条件での調査を行うと共に、より効果的な立場表明方法を模索していく予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ（JPMJPR2039）の助成を受けて行われたものです。

参考文献

- [1] Burke JA, Deborah Estrin, Mark Hansen, A Parker, R.Anitha Nithya, S Reddy, and M Srivastava. Participatory sensing. *Workshop on World-Sensor-Web (WSW): Mobile Device Centric Sensor Networks and Applications*, 01 2006.
- [2] 三浦麻子, 小林哲郎. オンライン調査モニタの satisfice に関する実験的研究. *社会心理学研究*, Vol. 31, No. 1, pp. 1–12, 2015.
- [3] M. R. Maniaci and R. D. Rogge. Caring about carelessness: Participant inattention and its effects on research. *Journal of Research in Personality*, Vol. 48, pp. 61–83, 2014.
- [4] Masaki Gogami, Yuki Matsuda, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Detection of careless responses in online surveys using answering behavior on smartphone. *IEEE Access*, Vol. 9, pp. 53205–53218, 2021.
- [5] M.K. Ward and Samuel B. Pond. Using virtual presence and survey instructions to minimize careless responding on internet-based surveys. *Computers in Human Behavior*, Vol. 48, pp. 554–568, 2015.
- [6] 増田真也, 坂上貴之, 森井真広. 調査回答の質の向上のための方法の比較. *心理学研究*, Vol. 90, No. 5, pp. 463–472, 2019.
- [7] Yutaka Arakawa and Yuki Matsuda. Gamification mechanism for enhancing a participatory urban sensing: Survey and practical results. *Journal of Information Processing*, Vol. 57, No. 1, pp. 31–38, 2016.
- [8] Xinghao Ding, Zhirui Lin, Fujin He, Yu Wang, and Yue Huang. A deeply-recursive convolutional network for crowd counting. In *2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 1942–1946, 2018.
- [9] Pengfei Zhu, Longyin Wen, Dawei Du, Xiao Bian, Qinghua Hu, and Haibin Ling. Vision meets drones: Past, present and future. *arXiv preprint arXiv:2001.06303*, 2020.
- [10] Qi Zhang and Antoni B Chan. Wide-area crowd counting: Multi-view fusion networks for counting in large scenes. In <https://arxiv.org/abs/2012.00946>, 2020.