

地理的コンテンツの収集に適合した コラボレーション支援機能の分析と評価

玉田大輔^{†1} 中西英之^{†1}

本研究は、地理的ユーザ生成コンテンツの収集に有効な手法を明らかにすることを目的として、地理的コンテンツを生成できるシステムを使用し、ユーザ間のコラボレーションを分析した。その際、実験で使用するシステムとして、QyoroViewの開発を行った。QyoroViewでは、GPSカメラ付き携帯電話を持つユーザが道路に沿った建物の位置情報付き写真をシステムに投稿すると、システムがベクトル地図を使って写真の配置方向を決定し、地図上に配置して街並画像を生成する。この街並画像とは、投稿された複数枚の写真をつなぐことで生成される、都市の景観を写したパノラマイメージのことである。実験では複数のユーザがQyoroViewにより街並画像を生成した。実験の結果、地理的ユーザ生成コンテンツに適合したいくつかのコラボレーション支援機能が確認された。具体的には、近くにいるユーザ同士でこれからの予定、現在の進行状況、これまでの達成内容を共有させる手法が、ユーザのモチベーションを向上させ、各ユーザの行動を調整するのに効果的であることが分かった。また、コンテンツを収集するのに適した時間、状況、場所などの情報を共有する手法が、コンテンツの収集を阻害する要因を軽減するのに有効であるという示唆が得られた。

Analysis and Evaluation of Collaboration Support Functions Tailored to Geographical Content Creation

DAISUKE TAMADA^{†1} and HIDEYUKI NAKANISHI^{†1}

We conducted an experiment and analyzed collaboration among users to determine what kind of methods would be effective for collecting geographical user-generated content. For this experiment, we developed a system called 'QyoroView,' that can produce street views from user-generated content. Street views are panoramic images of urban landscapes that are made from a collection of photos taken along the streets of a city. QyoroView synthesizes a street view using photos of GPS mobile phone. When users upload photos of buildings along streets, QyoroView determines the orientation of each photo based on a vector map and concatenates the photos to produce a street view. In the experiment, we asked subjects to produce street views. We found that the shar-

ing of plans, current status, and achievements of users who are moving around were an effective way to coordinate and motivate users, and that sharing the knowledge of the area and time when it was easy to work in, would reduce the inhibitory elements of geographical content creation.

1. 序 論

1.1 研究背景

近年、エンドユーザによって生成されるメディア、ユーザ生成コンテンツ（UGC; User-generated content）の利用者が急増しており、UGCは欠かすことのできない存在になったといっても過言ではない¹³⁾。たとえ1人ひとりがつくるコンテンツが小さなものであっても、それらが集まれば、それはときに専門家たちがつくるコンテンツをも凌駕する⁵⁾。このことにより、多数のユーザの「創造的な活動」を収集できるようなユーザ生成型システムの設計が重要であると考えられる。

複数ユーザの創造的な活動を収集している既存のUGCシステムの1つに、Wikipediaがあげられる³⁾。Wikipediaでは、共同作業を行うためのコラボレーション支援機能として、共同編集の機能、関連記事をつなぐ機能、情報交換を行う機能を持つ。これらの機能により、Wikipediaは膨大なコンテンツを収集している^{3),5)}。一方、地理情報に依存するUGCを扱った地理的UGCシステムでは、共同作業に有効なコラボレーション支援機能がいまだ明らかにされておらず、膨大なコンテンツを収集できているものはほとんどない^{1),2),7)}。

そこで本研究では、実際に地理的UGCシステムを用いて、ユーザ間のコラボレーションを分析することにより、コンテンツの収集に有効な手法の評価を行う。

1.2 地理的UGCの課題

本研究では、ユーザが投稿するコンテンツに位置情報が付加されたものを地理的コンテンツとし、それらが集まったUGCを地理的UGCとする。

コンテンツに位置情報を付加するには、GPSセンサなどの特殊な機材、もしくは地図アプリケーションが必要とされる。そのため、そのような機材を持たない一般ユーザにとって地理的コンテンツの投稿は困難である。また垂水ら¹¹⁾によると、地理的コンテンツにおいては、GPSによる水平位置誤差の大きさ¹⁰⁾が問題となる場合もあることが報告されている。地理的UGCシステムを用いた実験を行うには、これらの課題を解決する必要がある。

^{†1} 大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻
Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University

2. 関連研究

Wikipedia で有効であったコラボレーション支援機能は、地理的 UGC システムでは以下の 2 機能に相当すると考えられる。

- 1) コンテンツの生成状況を確認できる機能
- 2) コンテンツどうしを関連させて埋めていくことができる機能

近年、様々な地理的 UGC システムが注目を集めているが、その 1 つに、The Degree Confluence Project という、緯度、経度の両方が度単位の整数値で表される場所についての説明と、そこから見える景色の写真を収集し、それらの情報を地図上からのリンクで閲覧できるシステムがあげられる¹⁴⁾。このシステムでは、撮影された場所に印がつくという機能が実装されており、他のユーザが埋めた印を見て、埋まっていない場所を埋めようとするユーザ同士のコラボレーションが起こる。このような機能は、コンテンツとして未完部分を協働により補うことができるため、地理的 UGC における共同編集機能であると考えられる。一方で、このシステムはコンテンツの投稿に高精度 GPS レシーバが必要であり、そのような機材を持たない一般ユーザが参加することができないため、膨大なコンテンツの収集が困難であると考えられる。

また写真共有サイト上の写真を収集し、画像処理によりそれらの写真の重複領域から、各写真の立体的な位置を算出し都市の景観を生成する Photo Tourism というシステムも存在する⁹⁾。Photo Tourism では仮想 3D 空間の中で、写真と写真との間を継ぎ目なく移動しながら閲覧することができる。この写真をつなぐ機能は、関連コンテンツをつなぐという意味で、Wikipedia の関連記事をつなぐ機能に類似しているが、自由にコンテンツどうしをつなげないという意味で Wikipedia の関連記事をつなぐ機能とは質的に異なる。地理的コンテンツは位置情報で関連性を持ち、コンテンツどうしをつなぐ場合、コンテンツを配置すべき箇所は他の関連コンテンツの周辺に限定される。このため、関連コンテンツをつなぐ機能は、コンテンツを埋めていく機能の一種であると考えられる。また、このシステムは共有サイトから収集した写真によりコンテンツを生成するため、多数のユーザの共同作業によりコンテンツを増やしていくというコラボレーションが困難である。

ほかにも、Panoramio のように、ユーザが投稿した写真を地図上に貼り付けた「写真地図」を生成するシステムがあり¹⁶⁾、このような写真地図は多くの地図サービスで提供されている^{6),12)}。Panoramio では、Web 上の地図でコンテンツの生成状況を確認することができる。このような機能は、それぞれのコンテンツがどこでつくられたのか確認できるため、

地理的 UGC におけるユーザ間の情報交換機能であると考えられる。一方でこれらのシステムは、地理的 UGC におけるコンテンツどうしを関連させて埋めていく機能を持たない。

3. QyoroView の設計

一般ユーザのコラボレーションを分析する実験を行うためには、上述する機能を実装した地理的 UGC システムが有効だと考えられる。しかし、既存の地理的 UGC システムでこれらの機能すべてを実装しているものはない。そこで、本研究では地理的 UGC の課題を解決しつつ、上述した 2 つの機能を持つ地理的 UGC システムとして、QyoroView を開発した。QyoroView に実装した機能、また QyoroView がどのように写真を収集し、街並画像を生成するかについて、以下に記す。

3.1 QyoroView に実装した機能

1) 地理的 UGC の課題について

2007 年 4 月以降、第 3 世代携帯電話には原則 GPS センサが搭載されている¹⁸⁾。つまり、普及が進んでいる GPS 携帯電話であれば、より多くの人が投稿できると考えられる。また、au の GPS 携帯電話に標準搭載されている位置修正アプリケーションでユーザが位置情報を修正し、投稿された位置情報をベクトル地図で補正すれば、水平位置誤差精度を改善することができる。QyoroView では地理的 UGC の課題を解決するため、これらの機能を実装した。

2) コンテンツどうしを関連させて埋めていくことができる機能

本研究では、街の道路沿いに撮影された写真から生成される、都市の景観を写したパノラマ画像^{4),8),9),15),17)}を街並画像と定義する。街並画像はコンテンツである写真をつなぐことにより生成され、地図上の配置箇所も元々の都市景観に対応する場所に限定される。この街並画像は、GPS カメラ付き携帯電話の位置修正アプリケーションとベクトル地図を用い、後述する撮影手法とアルゴリズムを使用することで生成可能である。このように、QyoroView ではコンテンツを埋めていくことができる機能として、街並画像を生成し、地図上に貼り付ける機能を実装した。

3) コンテンツの生成状況を確認できる機能

地理的 UGC システムの中には、Web 上の地図でコンテンツの生成状況を確認できる機能が実装されているものがある。本システムでも、コンテンツの生成状況を確認できる機能として、Web 上の地図で街並画像を閲覧できる機能を実装した。

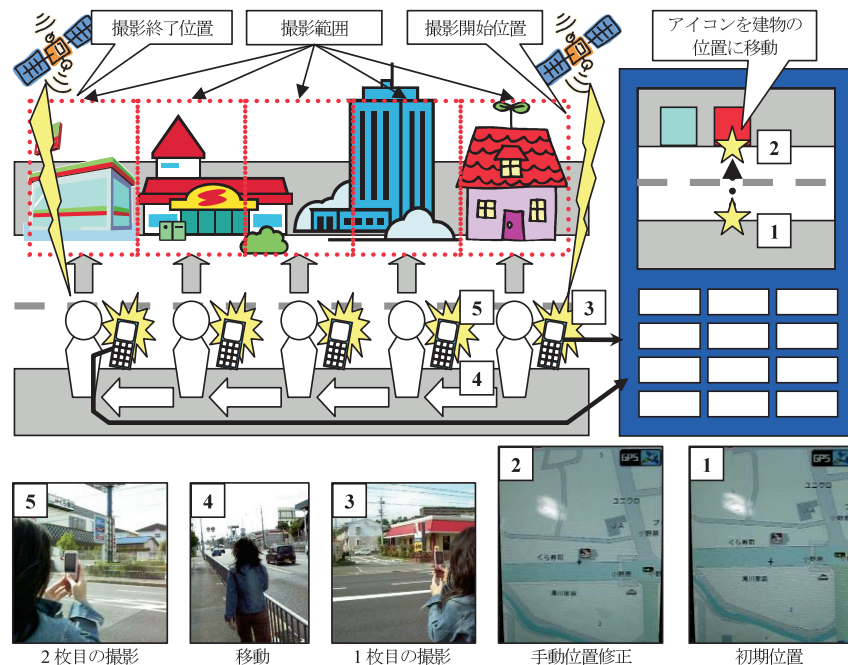


図 1 撮影方法
Fig. 1 How to take photos.

3.2 携帯電話による写真の収集

GPS 携帯電話で写真を投稿する方法を図 1 に示す。まず、GPS で現在位置情報を取得すると、携帯電話に周辺地図とユーザの現在位置を示すアイコンが表示される（ステップ 1）。次に、道路の反対側にある建物の位置にこのアイコンを動かす（ステップ 2）。その後、その建物の写真を撮影する（ステップ 3）。それから、道路沿いに平行に移動し（ステップ 4）、2 枚目の写真を撮影する（ステップ 5）。以降、同様に 3 枚目、4 枚目、もしくはそれ以上の写真を撮影し、連続して行った最後の撮影終了時だけ、最初と同じように道路の反対側の建物の位置にアイコンを移動させ、位置情報を修正する。最終的に、等間隔に撮影された複数枚の写真と、撮影開始地点、撮影終了地点の位置情報をサーバに送信する。なお、本システムでは複数写真の間隔を歩数によって定め、等間隔な撮影を行うことを推奨している。

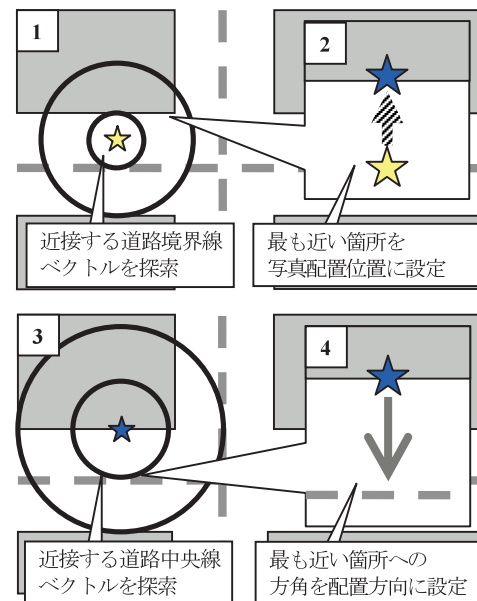


図 2 位置方向算出モジュール
Fig. 2 Placing module.



図 3 クライアントサイドシステム
Fig. 3 Client side system.

3.3 街並画像の生成

サーバに送信された複数の写真のうち、開始位置と終了位置の間にある写真の位置座標は線形補間法によって算出され、すべての写真に別々の位置情報が付加される。このとき、これらの位置情報は若干の誤差を含む。これは、ユーザが手動で修正したことによる誤差、また線形補間をしたために道路の曲線部が考慮されていないことによる誤差である。加えて、これらの写真には配置すべき方向の情報が付加されていない。図 2 にベクトル地図を用いた位置補正と方向決定の手法を示す。なお、このベクトル地図とは道路の境界線ベクトルと中央線ベクトルで構成されるものである。

(1) 位置座標補正

まず、各写真に設定された位置座標から最も近い道路境界線ベクトルを探索する（図 2 のステップ 1）。次に、その座標から最も近い道路境界線ベクトルに垂線を降ろした足の位置を、写真画像配置位置として登録する（ステップ 2）。

(2) 配置方向算出

補正された配置位置に最も近い道路中央線ベクトルをベクトル地図データから探索する(ステップ3)。最後に、その配置位置からその道路中央線ベクトルに降ろした垂線の方角を写真画像配置方向として設定する(ステップ4)。

図3にQyoroViewのクライアントサイドシステムを示す。本システムでは、Web上の地図で街並画像を閲覧できる。また、地図のスクロール、拡大縮小機能のほか、街並画像を見やすい方向から閲覧するための地図回転機能を保持している。

4. 実験 1

本研究ではQyoroViewの利用実験を行い、ユーザ間のコラボレーションを分析することで「地理的UGCの収集に有効な手法は何か?」という問題を検討する。

4.1 被験者

実験には8名の大学生(男性4名、女性4名)が被験者として参加した。以下、各被験者をAからHの記号で呼称する。図4左上に大阪大学豊中キャンパス、吹田キャンパスの位置を示す。被験者A, B, F, G, Hは豊中キャンパス周辺、被験者C, D, Eは吹田キャンパス周辺在住であった。

4.2 タスク

実験は2段階に分けて行い、被験者は図4に示す環状の道路沿いに街並画像を生成した。第1フェーズでは2つのキャンパスを結ぶ北側の国道のみ(全長約5.5km)を撮影エリアに指定し(図4左上の地図参照)、2007年7月23日から7月27日まで行った。第2フェーズでは環状の道路すべて(全長約32km)を撮影エリアとして指定し(図4左上の地図参照)、2007年7月27日から8月30日まで行った。なお、写真を1枚投稿するごとに、固定された報酬を被験者に与えた。この際、他の被験者がすでに撮影を行った場所で重複して撮影を行うと、その写真に関しては報酬を与えないという制限を設けた。また、撮影のための交通費、通信費もそれぞれ報酬に加えた。

4.3 データ収集

被験者同士のリアルタイムなコラボレーションを分析するため、メーリングリストを用意し、メッセージのやりとりをログとして記録した。

そのほか、3回のアンケート調査を実施した。1回目のアンケートは8月3日に実施し、第2フェーズで撮影頻度が低下した理由を調べた。2回目のアンケートは、8月17日に実施し、実験に対する意見や感想を求めた。3回目のアンケートは8月30日に実施し、QyoroView

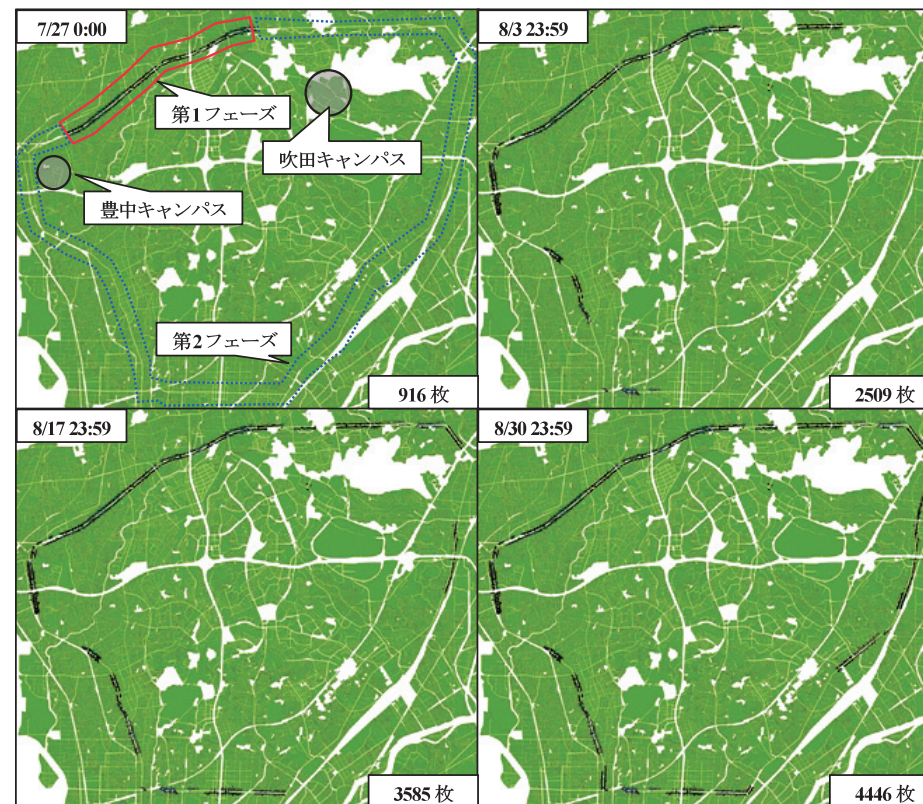


図4 実験で生成された街並画像地図

Fig. 4 Street view constructed in the experiment.

の改善方法を調査した。

4.4 結果

前述のデータログの分析結果について以下に記す。

4.4.1 システムログ

図5に被験者による累積撮影枚数の変化を示す。図より、第2フェーズよりも第1フェーズの方がより頻繁に撮影が行われたことが分かる。また、7月27日、8月3日、17日、30日の時点で生成されていた街並画像と投稿された写真の枚数を図4に示す。

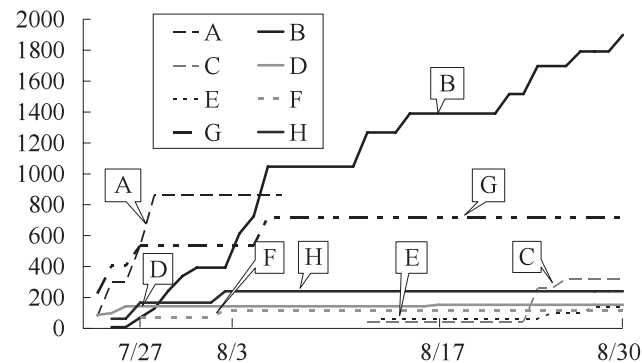


図 5 累積撮影枚数の変化
Fig. 5 Accumulated number of photos.

4.4.2 メッセージログ

第 2 フェーズ開始の 7 月 27 日に、メーリングリストでやりとりされたメッセージのログを以下に示す。

メッセージ 1 (午前 9 時 37 分被験者 G が送信)

「今から国道 176 号線沿いを阪大坂下交差点から南下しようと思います。東側を撮影します。撮っている人いらっしゃったら連絡下さい。」

メッセージ 2 (午前 9 時 40 分被験者 F が送信)

「阪急豊中駅～豊中市役所あたり今から撮ります。時間あったらもうちょっと南も行きます！」

メッセージ 3 (午前 11 時 9 分被験者 H が送信)

「今から国道 479 号線の江坂駅～国道 176 号線との交差点間を撮りに行きます！今日も暑いけど、頑張りましょう。」

これらのメッセージより、メーリングリストはこれから撮影する場所を通知するために使用されたことが分かる。このやりとりについて、撮影する場所をどのように決めたのか実験後にインタビューを行った。その結果、これから撮影する予定箇所を通知することが、他の被験者の行動を制御し、重複を避けるのに有効だったことが分かった。被験者 F は前日から国道 176 号線の阪大坂下交差点付近で撮影を行う予定であったが、当日朝にメッセージ 1 を受け取り、もっと南の撮影エリアに変更した。被験者 H は、自宅から近い場所を被験者 G と F が撮影していることをメッセージ 1 と 2 から知り、自宅から遠方にある南方の国道 176 号線と国道 479 号線の交差点付近で撮影を行った。

このように、メーリングリストはこれから撮影する予定箇所を報告する手段として使われた。

4.4.3 アンケートの結果

アンケートを分析した結果、地理的コンテンツの収集に有効に働くと考えられる、いくつかの機能が浮かび上がった。それらの機能について、システムログ、メッセージログをふまえ、以下に述べる。なお、アンケートで質問した項目に番号をつけ、以下に示す。

1. 第 2 フェーズで撮影枚数が減りましたがそれはなぜですか？
2. QyoroView に関して意見、感想等お答えください。
3. どのような仕組みがあれば他の人と協力しやすくなりますか？
4. どのような仕組みがあればより楽に撮影できると思いますか？
5. どのような条件、仕組みがあれば一般ユーザがボランティアで撮影してくれると思いますか？
6. 気軽に撮影できる場所はどのような場所ですか？

(1) 重複回避

被験者 A に行った 2 回目のアンケート (番号 2) で得た回答

「ML があつたお蔭で、みんながどこを撮影しているのかが分かり便利でした。」

被験者 D に行った 3 回目のアンケート (番号 3) で得た回答

「ML のシステムはよかったと思います。自分の撮る範囲を ML で流すことによって撮影箇所が被るという事態を防ぐことができるようになりました。」

メッセージログにより、メーリングリストが被験者同士の撮影箇所の重複回避に役立ったことが分かったが、これらの回答からも協調行動での重複回避の機能がコンテンツの収集に有効であったことが確認できる。

(2) 競争心

被験者 H に行った 1 回目のアンケート (番号 1) で得た回答

「第 1 フェーズでは、早く撮影しないと自分が撮影する場所がなくなってしまうと思って焦りました。」

被験者 B に行った 3 回目のアンケート (番号 5) で得た回答

「撮影枚数に応じて、たとえば仮想世界での地位が上がるとか、何かゲーム的な要素を絡めるといいと思います。」

これらの回答とシステムログから、被験者同士の競争心を刺激する機能が、コンテンツの生成を促進させる可能性を持つことが分かった。

(3) モチベーション

被験者 A に行った 2 回目のアンケート (番号 2) で得た回答

「ML で、「今日、ここを撮ります。」っていうメールが来ると、自分も頑張らないと、という励みになりました。ですので ML は良かったと思います。」

被験者 E に行った 3 回目のアンケート (番号 4) で得た回答

「毎週、誰がどのくらい撮影したか ML で流してくれたら、それがやる気につながる。」

これらの回答から、他の被験者の撮影の状況を知らせれば、撮影を行おうというモチベーションの向上に効果があったことが分かった。

(4) シチュエーション

被験者 A に行った 1 回目のアンケート (番号 1) で得た回答

「第 1 フェーズでは車なしの写真を撮りやすかったが、第 2 フェーズの撮影エリアでは交通量が多く、車なしの写真がとりにくい。朝早く撮れば人がいないので恥ずかしさを感じないし、車も少ないうえ、涼しかった。」

被験者 G に行った 3 回目のアンケート (番号 6) で得た回答

「建物の影ができるような場所は周りより涼しくて撮影しやすかった。」

これらの回答は、撮影に適した時間帯、適した状況、適した場所の情報を共有することにより、撮影を妨げる要因を軽減する可能性があることを示している。

4.4.4 議 論

第 2 フェーズより第 1 フェーズの方がより頻繁に撮影が行われたことについて、8 月 3 日に電話でインタビューを行った。インタビューによると「夏で暑いから撮る気がそがれる」といった、気候が原因で撮影量が減少したという意見が多数を占めた。図 5 において実験期間の後半は被験者 B 以外が撮影に消極的であったのは、この夏の暑さが原因ではないかと考えられる。これを解決する手段として、アンケート結果のシチュエーションの項で述べたような、撮影に適した状況を共有する手段が有効であると考えられる。

ほかにも、「第 1 フェーズでは早く撮らないと自分が撮る分がなくなるという焦りがあったが、第 2 フェーズはエリアが広いので、焦る感覚がない。今撮らなくても撮影するエリアはそんな減らないと思う」という意見が得られた。これは、重複箇所には報酬が支払われないと設定されたことと、実験当初、被験者に第 2 フェーズの存在を知らせていなかったことから、「他の被験者が撮りつくす前に自分も撮影したい」という焦りが生じたのだと考えられる。一方、第 2 フェーズでは他の被験者が撮り尽くすまで時間がかかると予測したため焦りを感じず、第 1 フェーズのようなモチベーションがわかかなかったのではないかと考えら

れる。

これらの結果から 2 つのことが確認された。1 つは、気温など屋外の環境により、撮影が阻害される可能性があることである。もう 1 つは、撮影エリアの広さによって他の被験者との競争意識が変化したことである。

5. 実 験 2

実験 1 では、メーリングリストを用いたことにより、被験者へのアンケートではメーリングリストについての評価が多く見られ、開発したシステムへの評価が少なく、地理的 UGC システムに適合するよう実装した機能がどのように作用したかが不明瞭であった。そこで、メーリングリストを用いない追加実験を行い、実装した機能がどのように作用したか分析を行った。

5.1 被 験 者

実験には 20 名の大学生 (男性 19 名、女性 1 名) が被験者として参加した。なお、被験者はすべて図 4 左上に示した大阪大学豊中キャンパス、吹田キャンパスに通学する学生である。

5.2 タ ス ク

メーリングリストは、リアルタイムに近傍で撮影を行う参加者がいる場合、その場でコンテンツの生成状況を確認するのに役立ったが、そのような参加者がいない場合、撮影前に Web 上で街並画像を確認すれば、同じようにコンテンツの生成状況を確認できると考えられる。そこで、Web 上で街並画像を確認してから撮影を行えるように、各被験者の撮影時間を分けて指定し、撮影時間が重複しないよう条件を設定して実験を行った。実験は 2008 年 5 月初旬から 6 月中旬にかけて、1 回の日程を 3 日間として行った。被験者は初日の午前に実験説明を受け、初日の午後、2 日目の午前と午後、3 日目の午前に各 1 時間の撮影を行い、3 日目の午後にアンケートとインタビューを受けた。被験者には、同じ日程で撮影を行う被験者がほかにも数名いると伝えたが、実際はフェイクであり、実験実施者が過去に撮影した写真を用いて他の被験者達を演じた。地図上の街並画像は、被験者ごとに未投稿の状態へと初期化してから実験を始めた。被験者のうち 8 名は実験 1 の第 1 フェーズで指定した狭いエリアで、残り 12 名は第 2 フェーズで指定した広いエリアで撮影を行った (以下エリア (狭)、エリア (広) と省略)。また、実験 1 日目の夜、2 日目の正午と夜、3 日目の昼に全員の達成度をメールで報告した。被験者へは、撮影量に応じた報酬を与え、他の被験者がすでに撮影を行った場所で重複して撮影を行うと、その写真に関しては報酬を与えないと

いう制限を設けた。

5.3 結 果

実験 2 の分析結果について以下に記す。

5.3.1 開発システムの評価

実験 2 では、開発したシステムの評価も行った。

GPS 携帯電話で街並画像を生成するには、周辺地図でアイコンを修正する操作（平均 22.1 秒；被験者の操作時間を測定）と、メールの送信（平均 13.0 秒；実験に使用した端末で、写真が 1 枚添付されたメールを 100 通送信した時間の平均）を何度も行う必要がある。本システムでは複数枚の写真と撮影開始位置情報、撮影終了位置情報を送ることで街並画像を生成できるため、写真の枚数分だけ位置の修正を行う必要がなく、複数枚の写真を 1 つのメールで送信できるため、写真ごとにメールを送信するよりも送信時間が短縮されている（平均 26.5 秒；実験に使用した端末で、写真が 5 枚添付されたメールを 100 通送信した時間の平均）。一方で、実験後のアンケートより「GPS で現在地を把握するのが難しかった」、「メールの送信に時間がかかることが不快だった」といった意見を得たことより、位置修正を補佐する機能を実装することや、メールの送信時間を短縮することが今後の課題であると考えられる。

本システムではベクトル地図を用いた補正により、ユーザが設定した位置情報の誤差を改善している。これについて評価を行った。

写真が配置されるべき真値は、ベクトル地図（数値地図 2500：標準偏差 1.75 m 以内）と航空写真（Google Maps）を用い、対象の建物がある区画とベクトル地図上の区画を対応させることで算出し、ユーザが設定した位置との差、ベクトル地図によって補正された位置との差をそれぞれ算出した。結果、ユーザが設定した位置と真値との差は平均 3.9 m 標準偏差 1.8 m（母数 30）であるのに対し、ベクトル地図を用いて設定された位置と真値との差は平均 2.3 m、標準偏差 1.6 m（母数 30）となり、水平位置誤差精度が改善されていることが分かる。ただし、このデータはユーザが間違えて設定した位置（修正位置を自分の位置にしてしまった場合など）を除いたものである。このように、本システムではベクトル地図を用いることで、高精度の位置修正が可能となり、配置方向の算出、自動付加によって街並画像を生成することができる。

5.3.2 アンケートの結果

アンケートを分析した結果、実験 1 で浮かび上がった機能の有効性を支持する結果が得られた。

(1) 重複回避

6 名の被験者（エリア（狭）4 名、エリア（広）1 名）から「他の被験者が撮影している地区の近傍を避けて撮影した」、「他の被験者が撮った周辺は、次にその人が撮りに行く可能性があるため避けました」といった意見を得た。これらの意見は、被験者が Web 上で他の被験者の撮影状況を確認し、他との重複を避けたことを示しており、コンテンツ生成状況を Web 上で確認できる機能が、重複回避に有効であったことが分かる。

(2) 競争心

「自分にとって行きやすい場所が先に撮られないか気になった」といった意見を 4 名の被験者（エリア（狭）3 名、エリア（広）1 名）から得た。これらの意見は、狭いエリアで撮影を行った被験者から多く得られた。実験 1 の第 1 フェーズで「焦りを感じた」という意見を得たが、これらの意見も狭いエリアでの撮影が参加者の競争心を刺激するのに効果的だったことを示している。

(3) モチベーション

実験 2 では、実験 1 で浮かび上がった撮影状況の報告を実践した。その結果、「途中経過報告で自分のパフォーマンスが他人より明らかに低いことにとっても焦りを感じた」といった意見を 4 名の被験者（エリア（狭）2 名、エリア（広）2 名）から得た。また、「写真の質が他の参加者よりも劣っているといやだったので、どんな写真になっているか確認した」といった意見を 2 名の被験者（エリア（狭）、エリア（広）各 1 名）から得た。これらの意見は、撮影効率や街並画像のクオリティなどの他者の撮影状況が、撮影に関する被験者のモチベーションを向上させたことを示している。

(4) シチュエーション

13 名の被験者（エリア（広）7 名、エリア（狭）6 名）から「夕方は逆光にならないような方向で写真を撮りました」、「道路沿いに建物がない場合、遠景がなかなか変わらなかったため苦労しました」といった撮影に適した状況、適さない状況についてのコメントを得た。これらの情報を共有することで、コンテンツ収集を妨げる要因を軽減できると考えられる。

5.3.3 議 論

今回の実験では、被験者は Web 上の地図で街並画像を確認した。その際、「他の被験者が撮った周辺は、次にその人が撮りに行く可能性があるため避けました」という意見より、今までの撮影状況から他の被験者の撮影予定をある程度予測することができたと考えられる。一方、メーリングリストを用いた場合、実験 1 のメッセージログの項で示したように、撮影を予定していた箇所を現場で変更する行動が見られた。これは現場で最新のコンテンツ

生成状況を確認できたためだと考えられる。これらのことから、メーリングリストは他の被験者のこれからの予定、現在の撮影状況を報告するために使われ、Web上の地図で街並画像を閲覧できる機能は、過去の撮影状況と、過去の撮影状況から推測される他の被験者の今後の予定を確認するのに有効であったことが分かる。

6. 考 察

6.1 地理的 UGC に必要な要素について

2つの実験から浮かび上がった、地理的コンテンツの収集に有効な機能について議論する。コンテンツ生成状況の提示機能

地理的 UGC システムに適合したコラボレーション支援機能として、コンテンツを生成するエリアの重複を避ける機能が考えられる。実験1では、コンテンツの生成状況をメーリングリストで他の被験者に報告することで、被験者同士の重複が回避された。実験2では、Web上の地図でコンテンツ生成状況を確認する機能が、重複回避に有効であった。これによりコラボレーション支援として、すでにコンテンツが生成されたエリア、現在コンテンツが生成中、もしくは生成予定のエリア、まだ誰も手をつけていないエリアの情報を参加者に提示する機能が有効であることが分かった。

参加ユーザの達成度提示機能

実験1では、他のユーザの行動を報告するとユーザのモチベーションを向上できることが示唆され、実験2でも、他のユーザの行動がコンテンツ生成に関するユーザのモチベーションを向上させたことが分かった。これより、他のユーザの過去の達成内容、現在の進行状況、これからの生成予定を提示する機能が、ユーザのモチベーションを向上させるのに有効であるということが示された。

コンテンツ生成に適した場所、時間などの情報共有機能

2つの実験において、アンケート結果のシチュエーションの項で述べたように、「この場所やこの時間帯が作りやすい」という情報の共有が、地理的コンテンツの生成を阻害する要因を軽減する効果があると考えられる。このような知識共有の手段として、既存の地理的 UGC^{1),2),7)} を利用することも有効だと考えられる。

ゲーム的要素を持った機能

実験1のシステムログと2つの実験のアンケート結果より、ユーザ間の競争を支援することが地理的コンテンツの収集に効果的であると示された。具体的には、コンテンツを収集できるエリアを限定するなど、参加者同士で競争するようなゲーム的要素を持った機能が有

効だと考えられる。

6.2 既存システムとの比較

街並画像を生成できるシステムとして、Google Maps Street View があげられる¹⁵⁾。Google Maps Street View では、車に搭載した全方位カメラと高精度 GPS センサを使って街並画像を生成しており、生成した街並画像を Web 上で公開している。このシステムはコンテンツの収集に特殊な機材が必要なため、そのような機材を持たない一般ユーザが街並画像を生成することはできない。一方で QyoroView は、一般に普及した GPS カメラ付き携帯電話でコンテンツの収集が可能であるため、一般ユーザでも街並画像を生成することができる。このため QyoroView では、自分が住んでいる街の景観、旅行先の街の景観など、好きな街の景観を街並画像として保存することができる。

このように、QyoroView は一般ユーザが自分自身で街並画像を生成できるという点で Google Maps Street View と異なる。

7. 結 論

地理的 UGC の収集に効果的な手法を明らかにするため、地理的コンテンツを収集する際のユーザ間のコラボレーションを分析し、評価を行うこととした。また、そのために必要な地理的 UGC システムとして街並画像を生成できる QyoroView の開発を行った。QyoroView では Wikipedia で使われている機能を参考に、一般に普及した GPS カメラ付き携帯電話で写真を投稿できるシステムに、他の写真とつなげて街並画像を生成できる機能や、街並画像を地図上の道路沿いに貼り付けることで、街並画像で道路を埋めていくことができる機能、Web ブラウザからどこで街並画像をつくったか、情報交換することができる機能を実装した。

開発したシステムを用いた2つの実験において、被験者間のコラボレーションを分析した結果、地理的コンテンツの収集に適合したいくつかのコラボレーション支援機能が確認された。具体的には、近くにいるユーザ同士でこれからの予定、現在の進行状況、これまでの達成内容を共有する手法がユーザのモチベーションを刺激し、各ユーザの行動を調整するのに効果的であることが分かった。また、コンテンツを生成するのに適した時間、状況、場所等の情報を共有する手法が、コンテンツの生成を阻害する要因を軽減するのに有効であるという示唆が得られた。

謝辞 本研究で使用した QyoroView の開発は、情報処理推進機構 2006 年度下期末踏ソフウェア創造事業の支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。また、QyoroView

の開発を手伝っていただいた大矢正氏，力石武信氏，村上友樹氏，Web サイトのデザインをしていただいた専修大学の上平崇仁准教授，川原康子氏にも記して謝意を表す。(本研究で使用した QyoroView は <http://qv.ams.eng.osaka-u.ac.jp/> にて公開中である)

参 考 文 献

- 1) Cheverst, K., Smith, G., Mitchell, K., Friday, A. and Davies, N.: The Role of Shared Context in Supporting Cooperation between City Visitors, *Computers & Graphics*, Vol.25, No.4, pp.555–562 (2001).
- 2) Espinoza, F., Persson, P., Sandin, A., Nystrom, H., Cacciatore, E. and Bylund, M.: GeoNotes: Social and Navigational Aspects of Location-Based Information Systems, *Ubicomp2001*, LNCS Vol.2201, pp.2–17 (2001).
- 3) Jakob, V.: Measuring Wikipedia, *Proc. International Conference of the International Society for Scientometrics and Informatics*, pp.221–231 (2005).
- 4) Koizumi, S. and Ishiguro, H.: Town Digitizing: Omnidirectional Image-Based Virtual Space, *Digital Cities 2001*, LNCS Vol.3081, pp.247–258 (2005).
- 5) Lih, A.: Wikipedia as Participatory Journalism: Reliable Sources? Metrics for Evaluating Collaborative Media as a News Resource, *Proc. International Symposium on Online Journalism* (2004).
- 6) Nakanishi, Y., Motoe, M. and Matsukawa, S.: JIKUKAN-POEMER: Geographic Information System Using Camera Phone Equipped with GPS and Its Exhibition on a Street, *MobileHCI2004*, LNCS pp.486–490 (2004).
- 7) Riva, O. and Toivonen, S.: A Hybrid Model of Context-Aware Service Provisioning Implemented on Smart Phones, *Proc. ICPS2006*, pp.47–56 (2006).
- 8) Roman, A., Garg, G. and Levoy, M.: Interactive Design of Multi-Perspective Images for Visualizing Urban Landscapes, *Proc. Visualization2004*, pp.537–544 (2004).
- 9) Snavely, N., Seitz, S.M. and Szeliski, R.: Photo Tourism: Exploring Photo Collections in 3D, *ACM Trans. Graphics*, Vol.25, No.3, pp.835–846 (2006).
- 10) Soliman, S., Agashe, P., Fernandez, I., Vayanos, A., Gaal, P. and Oljaca, M.: gpsOneTM: A hybrid position location system, *IEEE International Symposium on Spread Spectrum*, Vol.1, pp.330–335 (2000).
- 11) 垂水浩幸，西原香須美，堀 敬俊，松原和也，水久保勇記，西本昇司，楠 房子：携帯電話向け三次元仮想都市サービスの応用と評価，*情報処理学会論文誌*，Vol.47, No.1, pp.41–50 (2006).
- 12) Uematsu, H., Numa, K., Tokunaga, T., Ohmukai, I. and Takeda, H.: Balog: Location-Based Information Aggregation System, *Poster Proc. ISWC2004* (2004).
- 13) Wunsch-Vincent, S. and Vickery, G.: Participative Web: User-Created Content, *OECD Work on Digital Content* (2007).
- 14) Degree Confluence Project. <http://www.confluence.org/>
- 15) Google Maps Street View. <http://maps.google.com/help/maps/streetview/>
- 16) Panoramio. <http://www.panoramio.com/>
- 17) Windows Live Technology Preview. <http://preview.local.live.com/>
- 18) 総務省：携帯電話からの緊急通報における発信者位置情報通知機能に係る技術的条件，*情報通信審議会情報通信技術分科会緊急通報機能等高度化委員会* (2004).
(平成 20 年 4 月 11 日受付)
(平成 20 年 10 月 7 日採録)



玉田 大輔

2007 年大阪大学工学部応用理工学科卒業。現在，同大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻博士前期課程在学中。モバイル情報サービス，ユーザ生成コンテンツに興味を持つ。情報処理推進機構 2006 年度下期末踏ソフトウェア創造事業「GPS 携帯を利用する参加型仮想都市構築システムの開発」開発代表者。



中西 英之（正会員）

1996 年京都大学工学部情報工学科卒業。1998 年同大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。同年日本学術振興会特別研究員。2001 年同大学院情報学研究科社会情報学専攻博士課程修了。博士（情報学）。同年同専攻助手。2005 年ジョージア工科大学客員研究員。2006 年より大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻准教授。HCI，CSCW に興味を持つ。2002 年度情報処理学会坂井記念特別賞。2004 年度テレコムシステム技術賞。2006 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞。