

タブレット PC を用いたインタラクティブな空間データ収集

木實新一・笹尾知世・有川正俊・藤田秀之

Interactive Capture of Spatial Data Using a Tablet PC

Shin'ichi KONOMI, Tomoyo SASAO, Masatoshi ARIKAWA and Hidekyuki FUJITA

Abstract: The widespread uses of automatic methods for capturing spatial data, such as GPS tracking, is attracting attention recent years. However, these technologies are only useful for capturing simple data, such as positional information and time stamps. We extend classical methods of data capture, such as questionnaire survey and interview survey, and integrate them with tablet PC-based interaction. Based on the results of a formative user study, we discuss a semi-automatic method for capturing complex, 'thick' spatial data.

Keywords: タブレット PC (tablet PC), データ収集 (capture of data), インタラクティブシステム (interactive system), モバイルコンピューティング (mobile computing), デジタルフィールド (digital field)

1. はじめに

近年、携帯型デバイスの高性能化と普及に伴い、GPS トラッキングやセンサネットワークなど空間データを自動的に収集する技術の一般利用が注目されている。しかし、これらの技術を用いて収集できるのは位置や時刻あるいは数値データに基づく単純な情報が主体である。場所や人に関する定性的なデータ収集は効率化が難しく、現在でもアンケートやインタビューといった古典的な手法が多く用いられている。デジタル技術を用いて、定性的なデータを収集するシステムとしては、PDA や携帯電話を用いた経験サンプリングシステム (Froehlich et. al., 2007) が知られているが、ア

ンケートやインタビューにおけるインタラクティブな情報取得過程を支援するには至っていない。

以上の背景から我々は古典的なデータ収集法を拡張し、タブレット PC 上のインタラクションと統合することにより、半自動的に場所や人に関する定性的空間データを収集する手法を議論する。

本稿では古典的なデータ収集法の中でもアンケートの枠組みに着目し、タブレット PC を用いたアンケートの形成的評価(formative evaluation)を行うことによって、インタラクティブなアンケートシステムにより得られるデータの質とアンケートを回答する際の負担等について調査する。具体的には、タブレット PC を用いたアンケートシステムのプロトタイプを開発し、紙のアンケートとの比較実験を行う。操作画面のビデオ、システムのログファイル、アンケート実施後のヒアリングによる被験者の主観的意見からユーザビリティ上の問題点

笹尾知世 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学空間情報科学研究センター

Phone: 04-7136-4291

E-mail: sasaotomoyo@csis.u-tokyo.ac.jp

を分析するとともに、より広い視点から問題を整理する。得られた結果に基づき、タブレット PC に適したデータ収集の新たな枠組みを考察する。

2. プロトタイプの開発

タブレット PC を用いたアンケートシステムのプロトタイプを、Flex/ActionScript と PHP/Apache を用いて開発した。なお、使用したタブレット PC は Acer ICONIA TAB W500 (Windows 7) であり、10.1 インチのマルチタッチ対応ディスプレイ、照度センサ、加速度センサ、Bluetooth、IEEE802.11 を搭載している。

位置入力、自由入力（思ったこと・絵）、選択入力（単数・複数）、並べ替えを行う 6 種類のインタフェースを実装した(図-1)。ユーザは主に指を使って操作を行い、入力したデータは PHP/Apache により実装したアンケートサーバに自動的にアップロードされる。

3. 紙とタブレット PC の比較実験

3.1 実験方法

被験者には紙とタブレット PC を用いたアンケート両方に回答してもらう。質問内容とデバイスの順序によって結果に違いが出る可能性があるため、紙 (A) とタブレット PC (B) それぞれにおいて 2 種類のアンケート (a: 災害時の避難編 b: 災害時の節電編) を作成し、被験者を 4 グループにわけ、それぞれ Aa-Bb, Ab-Ba, Ba-Ab, Bb-Aa の順に回答してもらう。

アンケートの回答中は、回答方法・時間・操作中の迷い・エラーを比較するため、ビデオカメラで回答動作を記録する。また本来内的である思考や思考過程を発語してもらう Think aloud protocol (Lewis, 1982) を用い、回答中の心理的経験の質の調査を行う。アンケート回答前に「考えていることと自分の行っている動作をできるだけ声に出して説明してください」と被験者に教示し、回答中の発語を回答動作とともにビデオカメラにより記録す

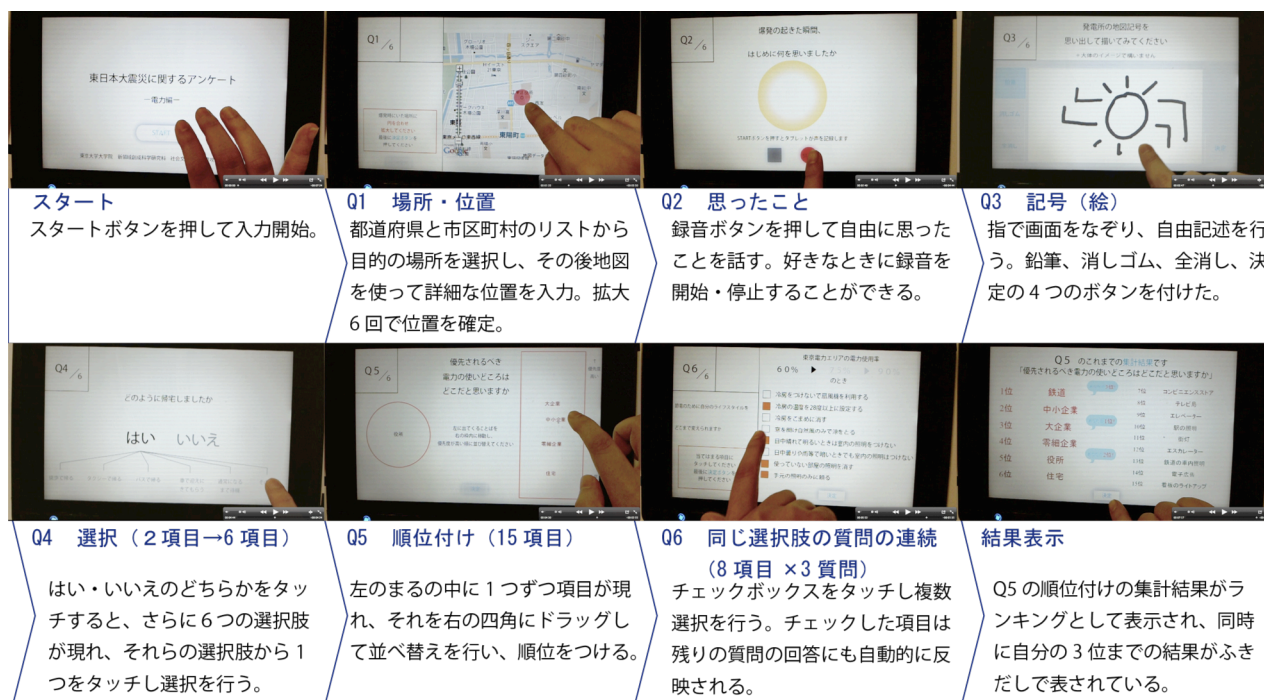


図 1 開発したプロトタイプ

る(図2)。

アンケート回答後には1時間程度ヒアリングを行い満足度や操作性などの主観的意見を収集する。記録したビデオの映像を見せながらタブレットPCを用いたアンケートの問いごとに質問を行う。また、アンケートやコンピュータの利用に関する一般的な事項についても質問する。



図2 実験環境

3.2 タブレットPCを用いたアンケートの構成

アンケートの回答形式は、単一回答、複数回答、順位回答、自由回答に分類される。この分類に基づき、プロトタイプにおける回答形式の構成を定めた。計6問、8分程度の回答時間となる分量である。

3.3 実験環境

本実験は被験者一人ずつ室内で行った。なお、被験者は20代から30代の5名(男性2名、女性3名)である。

3.4 分析方法

ビデオカメラで撮影した操作中の映像から思考時間と操作時間を計り紙とタブレットPCにおける回答中の思考方法を比較する。また操作中のタッチの回数やエラーを抽出する。

アンケート回答中の発話とヒアリング中にインタビュワーが記録したメモに基づく質的データを、2名でコーディングした。

4. 分析結果と考察にみるデータ収集の枠組み

アンケート回答中の発話とヒアリングから得られたデータを分析した結果、タブレットPCを用いたアンケートで取得したデータの質や、アンケート回答者の心理的経験の質に影響を及ぼす可能性がある5つの要素が浮上した(図3)。

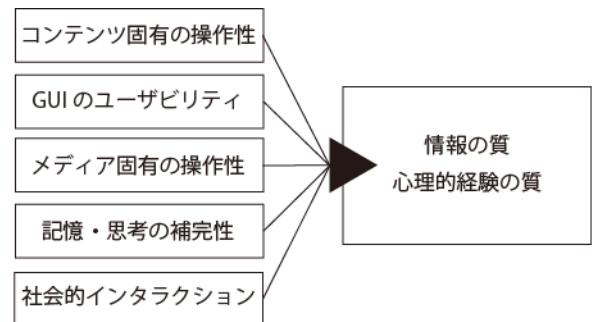


図3 質的差異を生み出す要素

- ・ **コンテンツ固有の操作性**とは、質問内容から生まれる(質問文の長さや質問個数などによる)入力のしやすさ・しにくさを指す。
- ・ **GUIのユーザビリティ**とは、GUIのデザインから生まれる入力操作のしやすさ・しにくさ、分かりやすさ・分かりにくさを指す。デバイスの性能や個人の操作に対する慣れからも影響を受けることがある。
- ・ **メディア固有の操作性**とは、情報を記録する媒体の性質から生まれる入力のしやすさ・しにくさ、制約、限界を指す。同じ質問内容であっても、ユーザから収集する情報を媒介するメディアが地図であるか音声であるか、紙であるかタブレットPCであるかといったことが操作性に影響を及ぼしていると考えられる。
- ・ **記憶・思考の補完性**とは、インタフェースが人の記憶を呼び起こす助けとなったり、複雑な思考を整理する過程を支援することができるかどうかを指す。
- ・ **社会的インタラクション**とは、インタビューなどにおいて質問意図を直接相手に確認するこ

とができる場合やデータ収集を行う際の被験者への声の掛け方など、人と人とのインタラクションのあり方を指す。

これらの要素の中から特に興味深い結果となった、メディア固有の操作性と記憶・思考の補完性の2つの要素をあげてタブレット PC 固有の特徴を考察する。

4.1 メディア固有の操作性

メディア固有の操作性を評価するため、本実験にてタブレット PC と紙の入力のしやすさについての意見を収集した。結果を図4に示す。

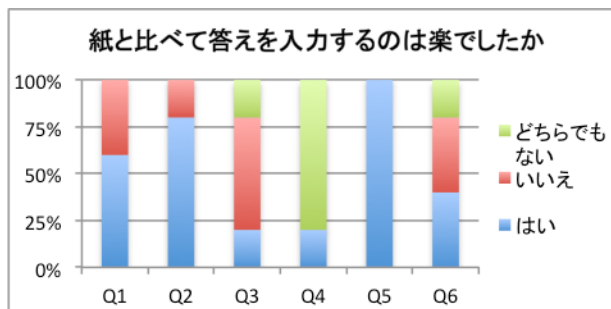


図4 メディア固有の操作性についての意見

この結果とアンケート中の発話、ヒアリングからメディア固有の入力方法として有用と考えられるものを3点挙げる。

- ・ タブレット PC を用いた順位付けは、訂正が紙よりも容易で、入力が楽だと感じやすい。
- ・ 音声を使った自由回答は、紙へ自由記述を行うよりも楽だと感じやすい。
- ・ 場所の記述は、住所を覚えている場合、紙への記述が楽だが、記憶が曖昧・覚えていない場合はタブレット PC 上で都道府県や市区町村を選択する方式や地図から位置を探す方法が楽だと感じやすい。また地図を用いた入力は設定した縮尺のレベルで統一された位置情報を集めることができるため収集するデータの質も高まる。

また同様にメディア固有の入力しにくさについての考察を4点挙げる。

- ・ 紙への記述は、書きやすいが訂正しにくいと感じやすい。
- ・ タブレット PC 上での指を使った自由記述は、紙上での自由記述よりも入力しにくいと感じやすい。
- ・ タブレット PC は、回答の方法に自由度がなく、回答順序にも制約があり融通が利きにくい。
- ・ 地図入力では、電車内や建物の階数を示すなど詳細な記述を行う場合に限界がある。

4.2 記憶・思考の補完性

記憶・思考の補完性を評価するため、本実験にてタブレット PC の紙と比較した答えの思い出しやすさについての意見を収集した。結果を図5に示す。

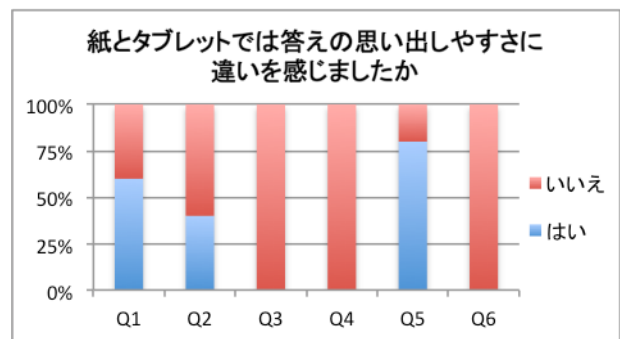


図5 記憶・思考の補完性についての意見

この結果から、地名の選択入力と地図を用いた場所の入力(Q1)、順位付けのインタフェース(Q5)において記憶・思考の補完性が大きいと推測される。本実験のアンケート中の発話、ヒアリングとビデオカメラの映像からこれらのインタフェースにおける記憶・思考補完の有用性を考察する。

ー 地名の選択入力と地図を用いた場所の入力(Q1)

- ・ 場所の記述において、紙での住所記述では被験者全員が町丁目の町レベルまでで記述を止めている、もしくは町丁目の欄に建物名のみを記述している。目的の場所の住所が正確に分からないもしくはプライバシーを守ろうとする心理から、住所の自由記述は細部のデータが曖昧にな

りやすく、紙を用いて場所のデータを収集すると情報の質が低くなりやすい。

- 場所の記述において、タブレット PC を用いた都道府県・市区町村の選択式や地図を用いた場所の入力では、住所を正確に知らなくても地名や地図を見ることで記憶が引き出され目的の場所を探し出せる可能性がある。

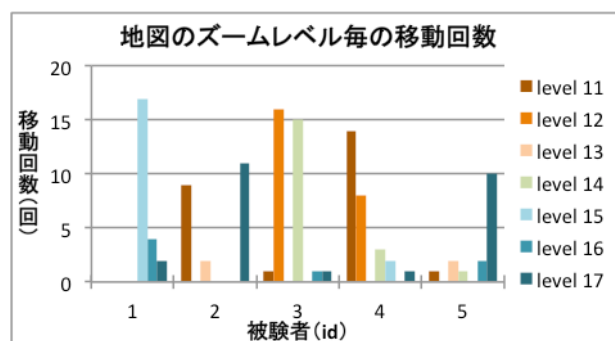


図 6 地図表示での場所を探す操作の傾向

図 6 はプロトタイプの地図を用いた場所の入力において目的の場所を探し始めてから見つけ決定ボタンを押すまでの、ズームレベル毎の移動回数を示している。なお、ここで指す移動回数とは地図の表示位置を変えるタッチの操作の回数である。地図表示での目的の場所を探す操作の傾向として、移動を多く行うズームレベルは被験者によって異なるが、1つもしくは2つのズームレベルで多くの移動を行っていることが共通事項として挙げられる。この多く移動が行われているレベルにおいて記憶の補完をきっかけとする目的の場所の搜索、発見もしくはさまよいが行われていると考えられる。

ー タブレット PC を用いた選択肢の順位付け (Q5)

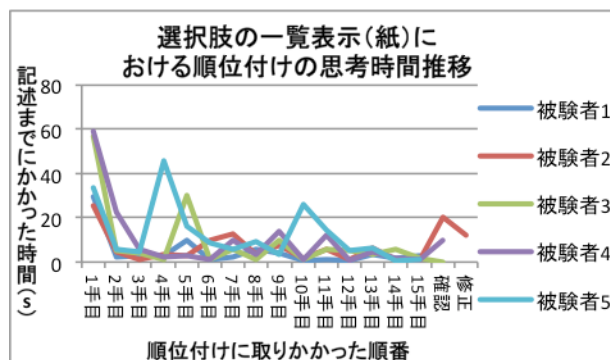
本実験における選択肢の順位付けにおいて、紙での選択肢の一覧表示とタブレット PC での選択肢を 1 問ごとに表示させるインタフェースによって、思考時間の推移に大きな差が見られた(図 7, 8)。ここで指す思考時間とは、直前の順位付け操作が終

わってから次の順位付け操作を終えるまでの時間である。

紙での 1 手目までにかかる時間の平均はタブレット PC の約 3.5 倍となり、それ以降の思考時間は平均的に短い推移となった。タブレット PC における入力の思考時間では、順位付けに取りかかった順番に関係なく、長考が様々な順番において散在する結果となった。

紙では順位を書き始める前に、頭の中で選択肢それぞれの順位を想定するために、1 手目に大幅な時間がかかる。それ以降手数が増えていくにつれ、混乱とあきらめから思考時間は増えにくいと推測される。一方タブレット PC の、1 問ごとに選択肢が表示されるインタフェースでの順位付けでは、自分がつけた順位の並びをリアルタイムに確認しながら 1 つずつ選択肢を足し、順位の並び替えを行うことができるため、思考の整理がしやすく、選択肢の吟味を 1 問ずつ行えると推測できる。そのため思考時間の長さは選択肢の内容に大きく起因し、後半の手においても思考が活発に行われていることが分かる。

このように、順位付けや並び替え、グループ分けなど選択肢の複雑な動的操作を行うにあたり、従来は頭の中だけで行っていた操作をタブレット PC のインタフェースが担うことで、思考の整理や手助けとなると同時に収集する情報の質の向上へとつながると考えられる。



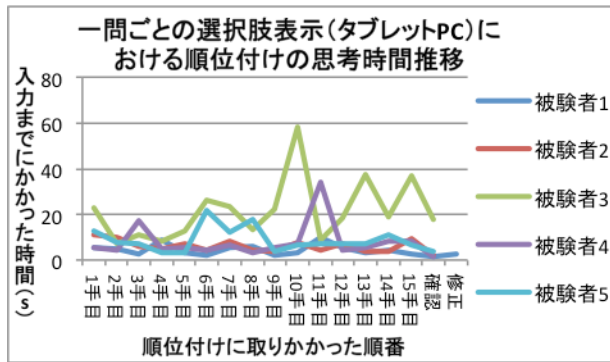


図 7.8 紙とタブレット PC における
順位付けの思考時間推移

4.3 5つの要素から生まれる質的差異

5つの要素が収集する情報の質に様々な形で影響を及ぼしていることを示した。中でも図-9 に示すように、メディア固有の操作性と記憶・思考の補完性、2つの要素で評価の高かった、地名の選択と地図を用いた場所の入力(Q1)、音声による自由回答(Q2)、選択肢の順位付け(Q5)の3つの設問において被験者の過半数がデータの質に差が生まれると答えている(図9)。この結果から、コンテンツ固有の操作性やGUIのユーザビリティ、社会的インタラクションのような通常考慮される要素に基づきデータ収集のあり方をデザインするだけではなく、メディア固有の操作性や記憶・思考の補完性の要素の特質を理解しインタフェースのデザインに組み込むことで、データ収集の手法が拡張され、質の高いデータを効率的に収集するための、タブレットPCに適した新たな枠組みに発展することが期待できる。

これら5つの要素が影響を及ぼすもう一つの質的差異として心理的経験の質がある。データを収集される側の人間が得る、楽しさや面白さ、焦りやストレスなどの質は定性的なデータの取得と不可分の関係にあり、データ収集の枠組みのあり方によっては、心理的嫌悪やプライバシーに対する不安、回答結果のバイアスなど問題を軽減できる

可能性もある。そのため、先に挙げた5つの要素を被験者の心理的側面からも考え、インタフェースのデザインにつなげることが重要である。

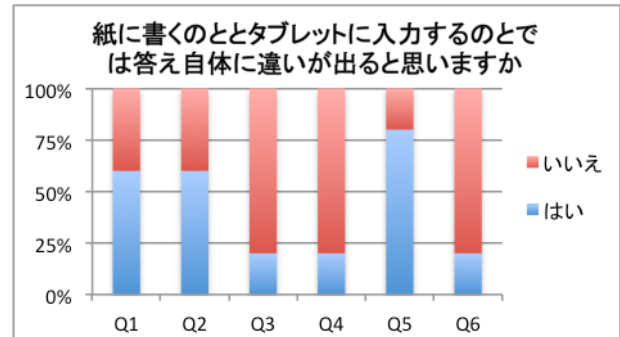


図 9 情報の質の差異についての意見

5. おわりに

我々は、タブレットPCを用いたアンケートの実験を行い、情報の質と心理的経験の質に影響を与える要素を明らかにし、またデバイスに適したデータ収集インタフェースのデザインのための概念的な枠組みを提示した。また実験によりタブレットPCを用いた定性的な空間データの収集の可能性を示した。

今後は、本実験でのデータ収集システムのプロトタイプを拡張し、ユーザが入力する質問文や選択肢によって自動生成するアンケートシステムの実装・利用実験を行う予定である。

参考文献

- Froehlich, J., Chen, M.Y., Consolvo, S., Harrison, B., Landay, J.A. (2007) MyExperience: a system for *in situ* tracing and capturing of user feedback on mobile phones. In: *Proc. 5th Int'l Conf. on Mobile Systems (MobiSys '07)*.
- Lewis, C. H. (1982) Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design. Technical Report IBM RC-9265.