

小画面地図上での画面外目的地選択における ルートサムネイルの効果

三浦元喜^{†1} 大内宏之^{†1,*1} 國藤進^{†1}

携帯電話や PDA などの携帯情報端末は小型で持ち運びやすいため屋外での地図表示との親和性が高い。しかし携帯情報端末の画面は一般に小さいため、現在地付近の情報を詳細に表示しながら周囲の情報を同時に表示することが困難である。これまで画面外にある店舗や施設などの方角や位置を利用者に提示する手法として、矢印や円弧を用いた手法が提案されてきた。しかしこれらの手法は直線距離のみを考慮しているため、実際に通行する道のりとの乖離が生じる可能性があった。そこで我々はこの乖離の影響を軽減するため、画面外の地点までの最短ルートを計算し、その形状を縮小して提示する手法 *AwarePath* を提案する。実験の結果、*AwarePath* は直線距離に関して従来手法と同等の効果を保ちつつ、目的地選択に有益な付加情報を提供できることが分かった。

Effects of Route Thumbnail in Selecting Off-screen Objects on Small Screen Map

MOTOKI MIURA,^{†1} HIROYUKI OOUCHI^{†1,*1}
and SUSUMU KUNIFUJI^{†1}

The portability of the device is advantageous for location-aware services and personal navigation. However, profiles due to limited screen size still arise when showing full-scaled maps and in selecting a preferred destination on the map. Some techniques have been proposed to express the location of a given destination outside the viewport. These techniques work well for understanding location and orientation of the destinations, but do not consider the distance of the path. We propose *AwarePath*, a technique to express location, orientation and distance for surrounding destinations by best route thumbnails. Compared to the Halo technique when looking at destination selecting tasks which consider route distances, *AwarePath* can additionally offer path information by preserving conventional characteristics of providing both linear distance and orientation of destinations presented in Halo. Thus our technique is effective to add extra data for considering best route especially for walkers.

1. はじめに

GPS や無線 LAN を利用した位置情報サービスの出現により、携帯電話や PDA などの携帯情報端末で地図を閲覧する機会は増加している。その理由として、携帯情報端末は小型かつ軽量で持ち運びやすいため、出張先や外出先で現在地を確認したり周囲の情報を得たりする場面において、地図閲覧との親和性が高いことがあげられる。しかし携帯情報端末は小型であるという特性上、一般に表示画面が狭い。そのため、1 度に表示できる地図範囲や、その情報が限られるという問題がある¹⁾。

一般的な地図閲覧ソフトウェアには、ズーム率を切り替えることにより地図の表示範囲を変更する機能が備えられている。しかしズーム率の切替え操作では現在地の付近を詳細に確認しながら、周囲の情報を得ることはできない。切替えのための操作が必要となる。Focus+Context 手法である *Fisheye View*²⁾ を使えば詳細情報と広域情報を同時に表示することができるが、歪みが発生するため広域地図の縮尺が一律でない。

上記の問題を解決する手法として、Baudisch らが提案した *Halo*³⁾ がある。*Halo* は現在地付近の詳細を表示しながら、画面内に表示できない周囲の情報（画面外にある店舗や施設の位置や方角）を円弧によって表現する手法である。*Halo* では図 1 に示すように、画面外の地点を中心とし、表示画面内の矩形に接する円弧を描画する。利用者はこの円弧を見ることにより、画面外の地点の位置および方角を直感的に推測できる。

Halo は画面外地点の位置と方角を推測させる手法である。そのためたとえ円弧の半径が小さかったとしても、地図上での直線距離と、実際の道のり距離に乖離がある場合には、実際の道のりにおける通行ルートが必ずしも最短であるとは限らない。したがって、特に歩行者を対象とした目的地候補選択の場面においては、*Halo* を用いた場合に適切な判断ができない可能性がある。

そこで本研究では、特に歩行者が実際の歩行距離に則した判断を行えるようにするため、位置（直線距離）と方角に加え、道のりに関する情報を同時に提供可能な手法として、最短ルートの道のりを縮小した線および矢印（ルートサムネイル）による情報提示手法 *AwarePath* を提案する。

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科

School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

*1 現在、株式会社 SRA

Presently with SRA (Software Research Associates, Inc.)



図 1 Halo³⁾
Fig.1 Halo.

図 2 AwarePath
Fig.2 AwarePath.

2. AwarePath

2.1 手 法

我々が提案する AwarePath は、地図表示画面外の地点（以後、画面外の目的地候補）に関する情報をルートサムネイルを用いて提示する手法である。AwarePath で表示するルートサムネイルは、現在地から画面外の目的地候補までを結ぶ最短距離のルートを計算し、その形状を一定の倍率で縮小したものである。ルートサムネイルは現在地周囲の情報をなるべく覆い隠さないようにするため、Halo と同様に、画面境界に接するように配置する。またルートサムネイルは現在地と目的地候補を結ぶ線分上に配置する。その理由は、現在地とルートサムネイルの表示位置から、利用者が画面外の目的地候補の方角を直感的に理解しやすくするためである。図 1 と図 2 に、それぞれ同一の地図と現在地における、Halo 表示と AwarePath 表示の例（イメージ図）を示す。

2.2 利点および利用場面と欠点

AwarePath の利点として、以下の 3 点が考えられる。

- Halo のほか、矢印による表示⁴⁾ や CityLights⁵⁾ などの類似の手法がこれまでに提案されている。しかしこれらの手法は現在地と画面外の目的地候補間の直線距離しか考慮していない。これに対し、AwarePath は実際の道のりに関する情報を提供できる。そのため利用者はより具体的な判断情報に基づき、目的地候補を比較検討できる。
- Halo や矢印、CityLights が提供していた「直線距離」や「方角」についても、AwarePath はルートサムネイルの「始点から終点までの距離」および「現在地に対する表示位置」

によって推測できる。

- 「道のり」に関する情報から、利用者はその目的地に向かう際の道程の複雑さや、迷いやすさを事前に推測できる。

携帯情報端末上で地図を利用する場面としては、はじめに目的地を選択しておき、その道中で適宜現在地を確認しながら歩行する場面と、現地が必要に迫られ、近くにある店舗をその場で検索するといった利用場面が考えられる。AwarePath は特に後者の場面において、現在地周囲の情報を詳細に表示したままで、候補地に関する情報を得る場合に効果的であると考えられる。また前者であっても、観光や探索目的のように、適宜周囲の情報を参考にしながら目的地を目指す状況では本手法が機能すると考えられる。

AwarePath の欠点として、以下の 2 点があげられる。

- 最短ルートを計算するため地図のルート情報が必要である。また利用者が移動するたび、最短ルートの計算処理が必要となる。
- 現在地から遠い目的地候補の提示には向いていない。

前者に関しては、近年の携帯情報端末の主記憶容量や計算能力でも十分対応できる程度であり、それほど深刻な問題ではない。後者に関しては、Halo や矢印、CityLights などの画面外の目的地候補提示手法についても共通の問題をかかえており、提示する目的地候補の範囲としては、実画面サイズの縦横 3 倍（面積比では 9 倍）程度が妥当である。こうした範囲の制約は、結果として前者のルート探索にかかる計算量を減少させることに寄与している。

3. 評価実験

3.1 方 法

AwarePath の有効性を検証するための評価実験を行った。比較対象とする手法は、従来手法のなかで位置および方向を同時かつ直感的に示すのに適している点で Halo を選択した。以下で説明するタスクによって被験者に画面外の地点を直接指定してもらうことを考慮し、実験システムは PDA ではなく PC 上のアプリケーションとして実装した。実験システムの画面を図 3 に示す。PDA の画面サイズを想定し、横 240 × 縦 320 ピクセルの地図をウィンドウ中央に表示した。周辺領域を含む地図のサイズは、中央領域の縦横 3 倍（横 720 × 縦 960 ピクセル）とした。また以下の 4 つのタスクを実行し、結果を記録できるようにした。

(L) 位置予測 [Location]

画面外の目的地情報が 1 つ表示された地図を被験者に提示する。被験者は目的地の位置を予測してその位置をマウスクリックで指定する。実際の位置と予測位置との距離および表

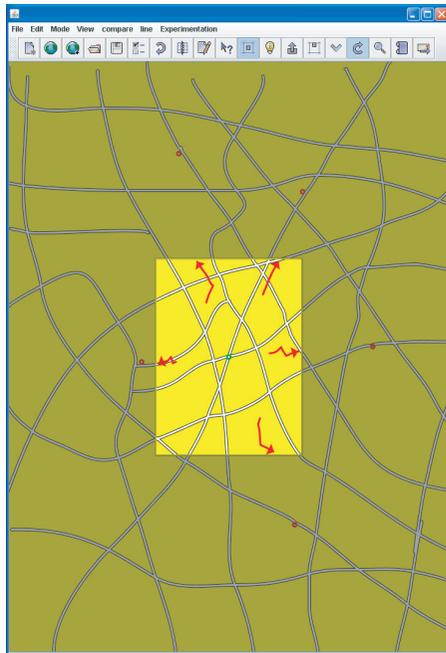


図 3 実験システム (説明の都合上, 周辺領域を半透明にしている)

Fig.3 Experiment application (For explanation, the mask is shown in semi-transparent).

示からクリックするまでの時間 (タスク遂行時間) を計測した。被験者が予測位置をクリックすると, 実際の位置との誤差を示すため, 図 3 における周辺領域が透明となったのち, 次の試行に移行する。

(OL) 順序予測 (直線距離) [Order-Linear]

画面外の目的地情報が 5 つ表示された地図を被験者に提示する。被験者は 5 つの目的地の“直線距離”を予想・比較し, 現在地から近いと思う順番に目的地情報に対応するボタンを押す。ボタンは目的地情報との対応付けがしやすいよう, 提示物 (円弧やルートサムネイル) 付近の画面外に表示される。被験者が選択済みのボタンを押すと, そのボタンに対応する目的地情報の順位をキャンセルできる。すべてのボタンを選択済みとすると, 試行が終了する。被験者が予想した順序と実際の距離順序との Spearman の順位相関係数と, タスク遂行時間を計測した。

表 1 被験者のタスク順序

Table 1 Task order of participants.

タスク順序	Halo 先	AwarePath 先
L, OL, OR, RE	1, 9	2
OL, OR, RE, L	3	4
OR, RE, L, OL	5	6
RE, L, OL, OR	7	8

(OR) 順序予測 (ルート距離) [Order-Route]

被験者が予想する距離が直線距離ではなく“最短ルート距離”であることを除き, 順序予測 (直線距離) と同一のタスクである。

(RE) ルート形状予測 [Route Estimation]

画面外の目的地情報が 1 つ表示された地図を被験者に提示する。被験者はその目的地までのルート形状を予測し, 現在地から目的地までマウスドラッグによって描画しながら指定する。入力されたルートと, 正解 (最短) ルートとの乖離を表す数値と, タスク遂行時間を計測した。ここでルートの乖離を表す数値は, それぞれのパスを等間隔に 10 分割する点列を計算し, 対応する点間の距離を足し合わせたものである。

被験者は 9 名の男子大学院生とし, 被験者には以下の 4 種類のタスクを Halo と AwarePath の両手法で, 計 8 セッションを表 1 に示すタスク順序および各セッション内での手法順序で遂行してもらった。1 回のセッションでは, 練習試行を 5 回行ったのち, 7 回の試行を行った。すべてのセッションとタスクにおいて, AwarePath のルート縮小率は 1/5 とした。被験者には AwarePath における直線距離の読み取り方について説明した。また実験に使用した地図は仮想的に描画作成したものをを用いた。

なお今回の実験では, 直線距離やルート距離を明示的に示す数値ラベルは使用しなかった。その理由は視覚的な情報のみでどこまで被験者が位置や距離を知覚できるかに焦点をあてて議論したかったためである。

3.2 結果

図 4 左に, 位置予測タスク ([Location]) における予測位置と正解との誤差平均, 右にタスク遂行時間を示す。AwarePath のほうが若干誤差が増える傾向があったが, t 検定を行ったところ分散が大きいいため有意な差はみられなかった。

図 5 左に, 直線距離に基づく順序予測タスク ([Order-Linear]) における予測順序と正解順序との相関, 右にタスク遂行時間を示す。こちらも有意な差はみられなかった。

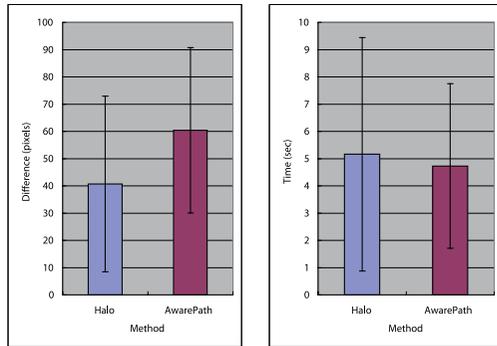


図 4 左：予測位置と正解との差．右：予測位置タスク遂行時間

Fig. 4 (Left) Difference between predicted location and answer. (Right) Time to consume [Location] task.

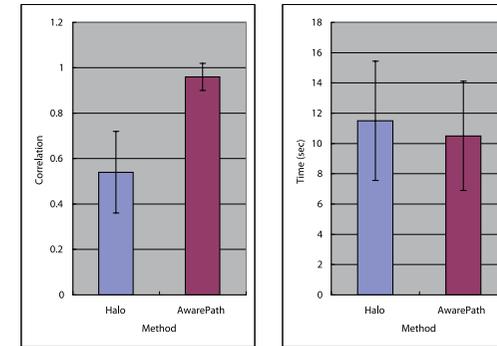


図 6 左：ルート距離予測順序と正解との相関 (1%有意)．右：ルート距離順序予測タスク遂行時間

Fig. 6 (Left) Correlation between predicted order and answer in route distance. (Right) Time to consume [Order-Route] task.

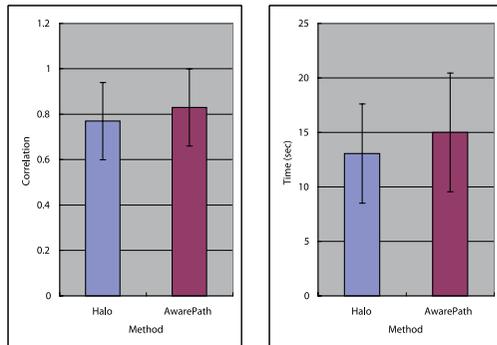


図 5 左：直線距離予測順序と正解との相関．右：直線距離順序予測タスク遂行時間

Fig. 5 (Left) Correlation between predicted order and answer in linear distance. (Right) Time to consume [Order-Linear] task.

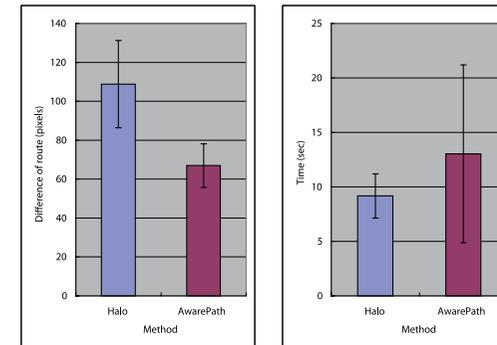


図 7 左：予測ルート誤差と正解との差 (1%有意)．右：ルート予測タスク遂行時間

Fig. 7 (Left) Difference between estimated route and answer. (Right) Time to consume [Route Estimation] task.

図 6 左に、ルート距離に基づく順序予測タスク ([Order-Route]) における予測順序と正解順序との相関、右にタスク遂行時間を示す。相関について t 検定を行ったところ、1%有意で AwarePath のほうが Halo よりも正確に順序を予測できるという結果が得られた ($t(8) = -6.69, p < .01$)。

図 7 左に、ルート形状予測タスク ([Route Estimation]) におけるルートの乖離を表す

数値、右にタスク遂行時間を示す。ルートの乖離を表す数値において t 検定を行ったところ、1%有意で AwarePath のほうが Halo よりも正確にルート形状を予測できるという結果となった ($t(8) = 4.59, p < .01$)。

3.3 考 察

位置予測タスクと直線距離に基づく順序予測タスクについては、Halo との有意差がみら

れなかったため、AwarePath は Halo とほぼ同等の効用を提供しているといえる。判断に必要な時間についても、AwarePath のほうが情報量や複雑さが増しているため遂行時間が長くなるのではないかと予想したが、実験結果からは顕著な影響はないことが分かった。ルート距離に基づく順序予測タスクや、ルート形状予測タスクでは、AwarePath によるルートサムネイルの効果が顕著に現れた。これらのタスクは、そもそも判断可能な材料が提供されていないため結果に差が生じるのは当然であるため、この結果のみだけで有効性を主張することはできない。しかし、図 5 左と図 6 左の結果から、AwarePath のルートサムネイルは、直線距離に基づく判断について従来手法と同程度の効用を保持しながらも、ルート形状という判断に有益な付加情報を提供できる表現手法であるといえる。

4. まとめと今後の課題

ルートサムネイルを用いた画面外の目的地候補提示手法 AwarePath を提案した。従来手法における直線距離と方角の情報に加え、ルート形状や距離に関する情報を提示できるため、画面外の目的地候補をより適切に比較し選択できる。これらの特徴から、移動距離を考慮すべき場面や、歩行者向けのナビゲーションに適用しやすいと考えられる。

本稿ではルートサムネイルの効果を測ることを主眼においたため、AwarePath をシンプルな表示物として設計したが、曲がり角の数や道の勾配情報など、利用者にとって有益となる「道情報」を表現していくことが可能であると考えている。また異なる縮尺で表示する必要がある場合への対応など、今後 AwarePath の表示方式を改良し、その効果を検証していきたい。

謝辞 本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金（課題番号 20300046, 20680036）の支援によるものです。

参 考 文 献

- 1) Chittaro, L.: Visualizing Information on Mobile Devices, *Computer*, Vol.39, No.3, pp.40–45, IEEE Computer Society (2006).
- 2) Sarkar, M. and Brown, M.H.: Graphical Fisheye Views of Graphs, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.83–91 (1992).
- 3) Baudisch, P. and Rosenholtz, R.: Halo: A Technique for Visualizing Off-Screen Objects, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.481–488 (2003).
- 4) Burigat, S., Chittaro, L. and Gabrielli, S.: Visualizing Locations of Off-Screen Ob-

jects on Mobile Devices: A Comparative Evaluation of Three Approaches, *Proc. 8th Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*, pp.239–246 (2006).

- 5) Zellweger, P.T., Mackinlay, J.D., Good, L., Stefik, M. and Baudisch, P.: City Lights: Contextual Views in Minimal Space, *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.838–839 (2003).

(平成 20 年 3 月 24 日受付)

(平成 20 年 7 月 1 日採録)



三浦 元喜（正会員）

1997 年筑波大学第三学群情報学類卒業。2001 年筑波大学大学院博士課程工学研究科修了。博士（工学）。同年筑波大学電子・情報工学系助手。2004 年より北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科助手、2007 年助教、現在に至る。ヒューマンコンピュータインタラクション、モバイルインタフェース、教育支援等に関する研究に従事。日本ソフトウェア科学会、ACM、ヒューマンインタフェース学会、電子情報通信学会、IEEE CS、人工知能学会、日本教育工学会等各会員。



大内 宏之

1983 年生まれ。2007 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科修士課程修了。現在、株式会社 SRA。ヒューマンインタフェースに興味を持つ。



國藤 進 (正会員)

1974年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年(株)富士通国際情報社会科学研究所入所。1982~1986年 ICOT 出向, 1992年より北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授, 1998年より知識科学研究科教授, 現在は主として発想支援システム, グループウェア, 知識システムの研究に従事。情報処理学会創立25周年記念論文賞, 人工知能学会1996年度研究奨励賞各受賞。博士(工学)。計測自動制御学会, 電子情報通信学会, 日本創造学会等各会員。
