

電子地図での画面外オブジェクトの距離と方向の視覚化

花井 裕子[†] 遠藤 裕貴[‡] 郷 健太郎^{*}

山梨大学工学部[†] 山梨大学大学院医学工学総合教育部[‡] 山梨大学総合情報処理センター^{*}

1. はじめに

我々は、様々な状況において地図を使用する。例えば、現在地から目的とする店舗の位置を確認する場合や、実際にその店舗へ行く経路を決定する場合などである。最近では電子地図の種類も増え、行きたい店舗の種類を検索して情報を得るという手段も増えている。電子地図を見ることは、携帯電話やPDAといった小型の携帯情報端末でも可能である。しかし、小型端末は地図を表示する画面が小さいため、ユーザが地図の詳細を見るためにズームしたり、地図を動かしたりすると、すぐに目的地の情報が画面の外に隠れてしまい、空間の認識が困難となってしまう。

この問題を解決するために Halo[1]では、画面外の対象を中心とした円弧を画面の中に描画する。しかし、Halo で画面の四隅に表示される弧は、表示領域が小さく弧が短くなるため、方向の認識が困難である。また、現在地からの絶対的な距離に関する直感性が低いという問題が存在する。これらを改善するために本研究では、画面の中心に現在地を置き、そこを基準とした円に弧が接するように表示することで絶対的な距離を表現する方法と、画面外の対象を表す円への接線を描画することで方向と距離の誤りを軽減する方法を提案する。

本稿では、Halo の技術について説明を行い、その問題点と改善方法を提案する。その後本研究で行った実験について説明し、その結果とこれからの課題を議論する。

2. 画面外オブジェクト視覚化技術

2.1 Halo における視覚化の方法

Halo は、地図上に画面外の対象を中心として描いた円弧を表示することで画面外の対象の位置を視覚化する。図 1(a)は、Halo の実装画面であり、それぞれの弧は画面外の対象を中心として描いた円の一部である。この図の表示領域内に対象となる店舗は存在しないが、周辺に 5つの店舗が存在し、南西(左下)にある店舗が現在地から一番近いという情報を得ることが可能である。図 1(b)は、図 1(a)の画面外の状態を表したもので、画面外で見えなくなっている対象と円が描かれている。この図から、図 1(a)の画面内の弧が画面外の各対象の位置を中心とする円の一部であることがわかる。

画面内の対象はユーザが画面を移動するにつれて、画面上から画面外へと移動する。Halo では対象が表示画面の境界領域に達した時、対象を中心とした円が生じる。対象が、画面外に遠く離れるにつれて、円の半径が動的に再計算され、常に表示画面の境界領域に接する円を描画する。この時、弧の色の濃淡は距離が遠くなるにつれて薄くなる。



図 1. Halo を実装した結果の地図[1].
(a)Halo の実装画面. (b)画面外の状態の図示

2.2 Halo の問題点

先行研究[1]では Halo の有用性を実験的に証明しているが、問題点として次の 2つの点を挙げている。

方向に関する誤り：弧が表示領域の四隅にかかると、画面に表示される弧が短くなるために、対象の方向の認識が困難となる。

距離に関する誤り：対象までの距離が遠くなり、円の半径が大きくなるにつれて、弧の湾曲の変化が小さくなるために位置の決定が困難になる。

また、Halo では描画の境界を周辺に矩形にとり、境界までの距離を半径としているため、距離が違ってても円の大きさが同じになる場合が起こりうる。つまり距離に関しての直感性が低いと考えられる。

3. 方向と距離の認識の改善

前節で挙げた問題点を解決するために、本論文では 2つの改善案を提案する。

Cone：対象を表す円弧に対して接線を描くという方法を用いる(図 2(a))。これにより、接線の内角の角二等分線上に対象が存在することを予想でき、さらに接線の延長線に接する円が想像できるため、円の大きさ、つまり距離の予測が容易になると考えられる。

Circle：画面の中心を現在地として、そこを基準とした円に店舗を表す弧が接するように表示する方法を用いる(図 2(b))。この手法では、表示される円弧は完全に距離が短い時は小さい円、そして遠い時は大きい円になる。つまり、「現在地からの距離=円の大きさ」を意味するため、ユーザは直感的に距離を認識することが可能であると考えられる。



(a) Cone (b) Circle
図 2. 提案法を実装した結果の地図。

Visualization of Distance and Direction of Off-Screen Objects for Electronic Map

[†]Hiroko Hanai, [‡]Yuki Endo, ^{*}Kentaro Go

[†]Faculty of Engineering, University of Yamanashi,

[‡]Interdisciplinary Graduate School of Medicine and

Engineering, University of Yamanashi, ^{*}Center for

Integrated Information Processing, University of Yamanashi.

また、Halo の現在地は固定されていなかったが、既存のカーナビや電子地図で現在地の表記のあるものは、地図の中心を現在地とするものが多く見られる。そこで本稿では、より現在のアプリケーションに近い形で実装するためにも現在地を画面の中心に固定した。

4. 評価実験

4.1 タスクと実験環境

本研究では、Halo と提案手法 Cone, Circle を比較するために、次の3つのタスクを行った。

1. 位置決定タスク：画面に表示される5つの弧から、その弧があらわす対象の位置を予測する。
2. 最短距離選択タスク：画面外にある5つの対象の中で、画面の中心にある現在地から一番近いと考えられる対象が示す円弧を選択する。
3. 最短経路選択タスク：5つの画面内外の目的地をすべて辿る最短経路を選択する。

なお、上記の各タスクの中の距離は直線距離であり、地図上の道のりではない。

本実験には大学生18人が参加した。各被験者はそれぞれのタスクを3つの手法を用いて実行し、各タスクの直後と実験終了後にアンケートを記入した。タスクの順番とそれに対する手法の順番は、被験者間で順序効果を避けるように決定した。

ここで被験者には、できるだけ早く、正確にタスクを行うことを求めた。また、今回の実験では、画面外の対象を選択するタスクが含まれているため、実際のPDAではなく、PC上で同サイズの画面を作成して用いた。

実験にあたり、提案手法に次の仮説を立てた。

- Cone では、円の大きさと中心の予想が容易となり、方向と距離の誤りは減少する。
- Circle では、四隅にある弧の描画領域が増えるので、位置の決定が容易になる。また距離が直感的に認識可能であるため、最短距離選択タスクの完了時間の速度が向上する。

4.2 実験結果

4.2.1 タスクの完了時間

位置決定タスクでは Halo の平均完了時間が早く、最短距離選択タスクや最短経路選択タスクでは Circle が最も速かった。ここから、Circle の後半の仮説が成り立つと考えられる。しかし、分散分析を行った結果では、どの手法間にも完了時間に有意差はなかった。

4.2.2 誤り率

タスクにおける誤り率を表1に示す。位置決定では被験者の予想位置と実際の対象までの距離を示し、最短選択ではその誤答の割合を、最短経路選択では被験者の答えた経路と最短経路との距離の差を示す。位置決定では Halo の誤り率が低く、最短距離選択と最短経路選択では Circle の誤り率が低かった。

表1. 誤り率(標準偏差)

	Halo	Cone	Circle
位置決定	97.3(29.1)	113.5(40.5)	110.3(49.6)
最短距離	18.7(7.4)	18.6(5.2)	16.8(5.9)
最短選択	70.1(12.8)	70.3(15.7)	69.2(25.5)

位置決定では、各手法間に有意差が存在した[F(2,2015)=6.32, p=0.0018]。手法間では Halo と Cone の間に有意差(p=0.002)が存在し、Cone と Circle の間に有意傾向があった。最短距離選択タスクでは、各手法間

で有意差が存在した[F(2,51)=4.11, p=0.022]。さらに Halo と Circle の間に有意差があり、Cone と Circle の間に有意傾向があった。最短経路選択タスクでは、各手法に有意差は存在しなかった。

方向に関する誤りの分析では、現在地から対象方向に直線を引き、予想点からその直線までの距離を方向誤りとした。この時、Circle と他の2手法間に有意傾向が見られ、Circle では方向の予測が困難であることがわかる。

表示画面の四隅方向に対象があるときの、現在地から対象までの距離とその誤差を測定した結果を図3に示す。図より四隅では、Circle の誤差は距離が近いときに少ない傾向にあることがわかる。

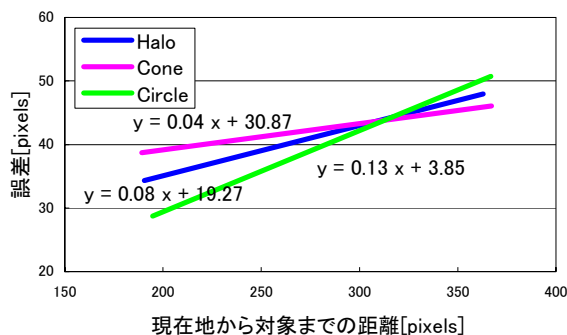


図3. 距離と誤差の関係(四隅)

4.2.3 被験者の好み

被験者に、各タスク、及び総合的な手法の好みについて順位付けを行ってもらった。各被験者が1位をつけたのは Halo が2人、Cone が6人、Circle が8人であった。その順位付けの結果についてフリードマン検定を行った結果、各手法間で有意差($\chi^2=8.4$, p=0.015)があることがわかった。

4.2.4 議論

被験者の好みでは提案手法に肯定的な意見が多かったが、計測値としては明らかな違いをみることはできなかった。実験前に立てた Cone の仮説は成立しなかったが、Circle の仮説は成立した。しかし距離が遠くなるにつれて誤差が大きくなる傾向があると考えられる。

本実験の被験者は全体的に予想位置を実際の位置よりも遠くに置く人が多かった。Halo の論文では対象の位置よりも近く予想する傾向があると述べられており、矛盾が存在する。その点についてはさらに検討の余地がある。特に Cone では、円を大きく予想する被験者が多いと感じられる。接線によって人間の認識する円のサイズが心理的に大きくなる理由について今後実験的な導出が必要である。

5. おわりに

本稿では、画面外オブジェクトを視覚化する技術である Halo の問題点をあげ、その改善案を示し、評価実験を行った。今後は、提案手法の適している用途を実験結果に基づいて検討し、あわせて提案手法を応用した地図アプリケーションの実装などを行っていく予定である。

参考文献

- [1] Baudisch, P. and Rosenholtz, R. Halo: a Technique for Visualizing Off-Screen Locations, Proceedings of the CHI2003 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 481-488, 2003.