

ヒューマンナビゲーションにおける「サインマップ」の可能性

丸山 智康¹

1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックス（以下CG）を用いて実空間を写實的に表現する事例が多く報告されている。これらの写實的表現は景観・眺望検討では有効であるが、建物や街路樹・交通標識・ビルボードなどを個別オブジェクトとして作成するため、製作時間がかかるだけでなく、フォーマットの統一やデータ更新・再利用が難しく、案件ごとに作成しているのが一般的である。また、建物の側面に正対して側面画像を貼り付ける（テクスチャマッピング）ため、上空や地上から建物を眺めた場合、視点位置とテクスチャマッピングされた建物側面との角度差により画像の詳細度が落ち、視認性が低下する可能性がある。

一方、ナビゲーションの場面では、目的地に到着することが前提条件にあるため、ユーザが地図空間（3次元地図空間を含む）と現実空間の空間参照が容易に行えるユビキタスなモデルが必要となる^{1) 2)}。特にヒューマンナビゲーションでの利用を想定した場合、携帯電話やPDA（情報通信端末）などの限られた描画スペースに、明示的な共通参照点（物）を配置することが重要であるが、これまで具体的な解決策を見るに至っていない^{3) 4)}。

そこで本稿は、誇張・省略といった地図学における総描の概念に基づき、商業看板や交通標識などの標識（サインオブジェクト）に特化した3次元ウォークスルーナビゲーション

ンとして「サインマップ」を提案し、その可能性を検討するものである。

2. サインマップの基本概念

2.1 サインマップ

サインマップとは、図1に概念的に示すようにデータベースの属性情報に応じてサインオブジェクトを呼び出し商業看板であれば建物側面に付着して描画し、交通標識であれば、存在する箇所にマッピングする手法を指す。実空間とサインマップ間で位置の参照が取れるようにサインオブジェクトが出現し、人間の認識を助けることに主眼を置いた地図である。また、サインマップは検索履歴やユーザの指向などから必要な時に必要なオブジェクトを描画できるパーソナライズ機能有する。

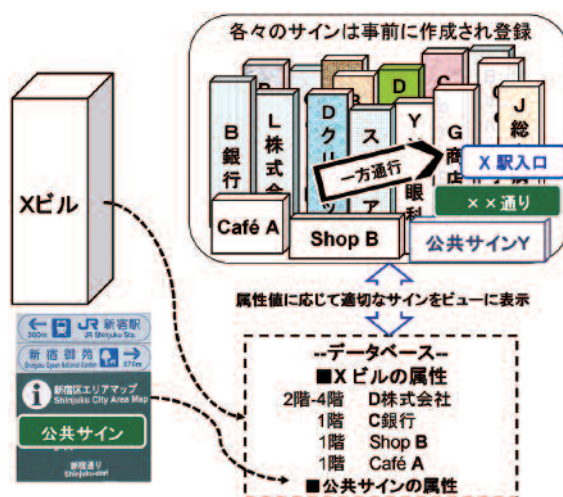


図1 サインマップの概念図

2.2 パーソナライズ機能

サインマップにおけるパーソナライズと

¹ 国際航業株式会社

は、ユーザの指向性に基づき、サインオブジェクトの出現パターンを変化させて、ユーザの求める結果を描画する機能を指す。図2に示すように全てのサインを実空間と同様に描画した場合、実空間と同じくサインが重なり合い、ユーザが必要とする情報をわかり易く提供することが難しい。図3・図4は、ユーザの指向や検索条件が加わった際に、表示するサインオブジェクトを制御してユーザにとって必要な情報だけを表示したパーソナライズのイメージである。サインオブジェクトは検索状況や天候の情報などを加味して描画のオン・オフが設定できるため、1つのビルに対して複数のサインが存在する場合にも、複数のサインを表示するよりも大きく表示でき、ユーザの視認性を向上させることが可能である。このパーソナライズ機能により、限

られた描画スペースにユーザにとって適切な情報が提供され、地図空間と実空間の参照や位置関係の把握を容易に行えるという特徴を有する。

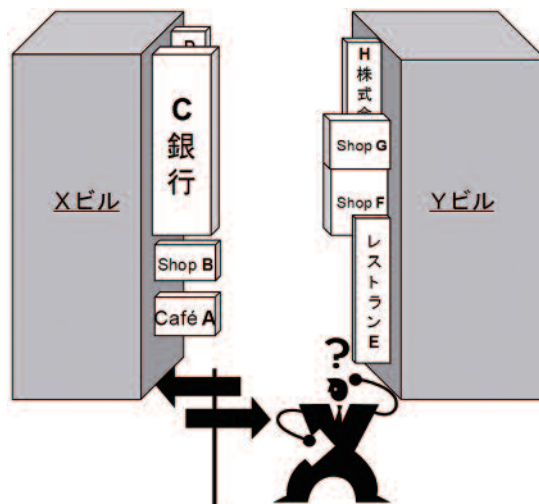


図2 サインオブジェクトをすべて正確な大きさで表現した例

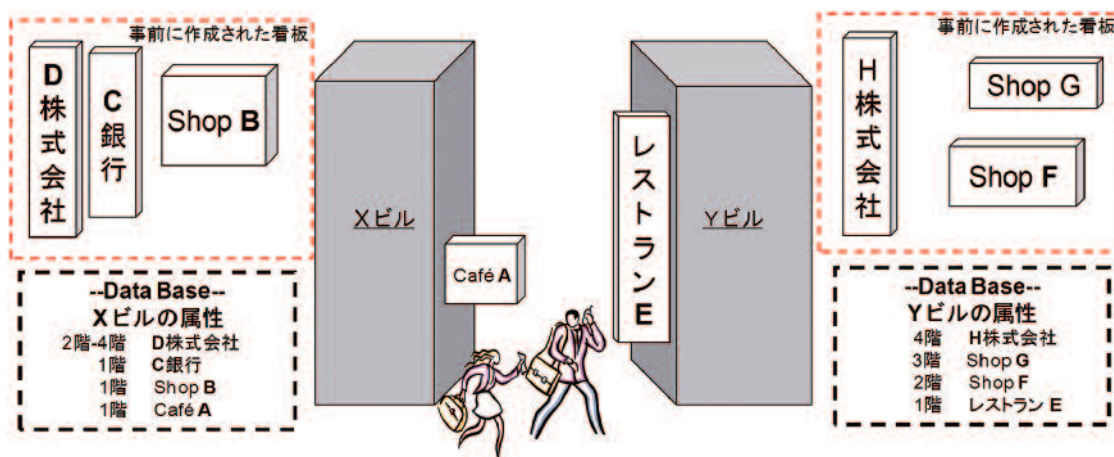


図3 パーソナライズ例1（飲食店のみ表示）

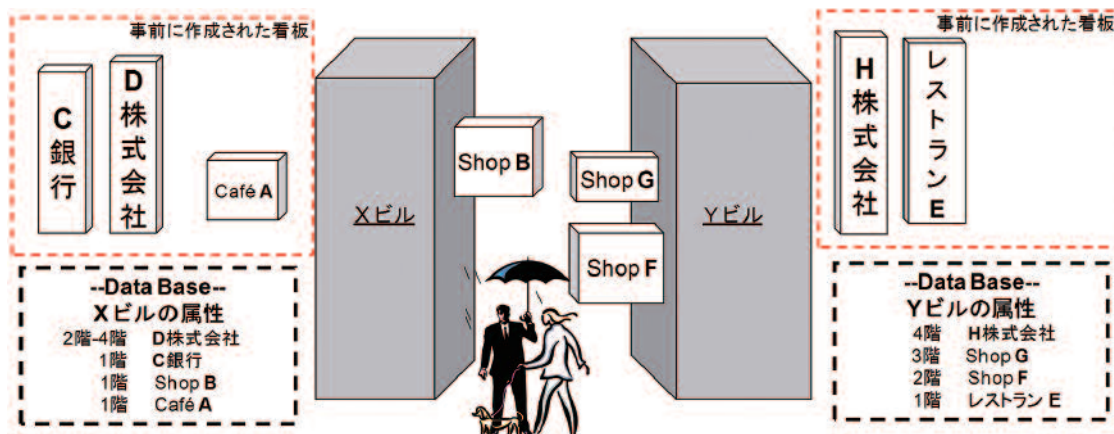


図4 パーソナライズ例2（ショップのみ表示）

3. サインマップの構築手法

サインマップ構築には、3次元建物モデルとサインオブジェクトの作成、および3次元建物モデルとサインオブジェクトのリンク情報（属性情報）の作成が必要である。ここでは、3次元建物モデルの建物高の決定方法、サインオブジェクトの作成方法について述べる。なお、サインマップの構築方法の詳細は、本稿では省略する^{5) 6)}。

3.1 3次元建物モデルの作成手法

サインマップにおける3次元建物モデルは、背景的な役割であるが、サインオブジェクト

を自動配置する際に、建物高に応じてサインオブジェクトの大きさを変化させているため、正確な建物高の設定が必要となる。

3次元建物モデルの作成にあたっては、2次元建物ポリゴンデータへの高さの付与方法が重要となる。本稿では、建物の階数による立ち上げではなく、2次元建物ポリゴンデータの内側に存在した航空レーザ測量（LIDAR）データから代表点を1点抽出し付与する方式を採用する（図5）。このLIDARデータを用いた高さの付与方法には、表1のように大きく分けて4種類が考えられ、目的に応じてこれらを使い分ける必要がある。

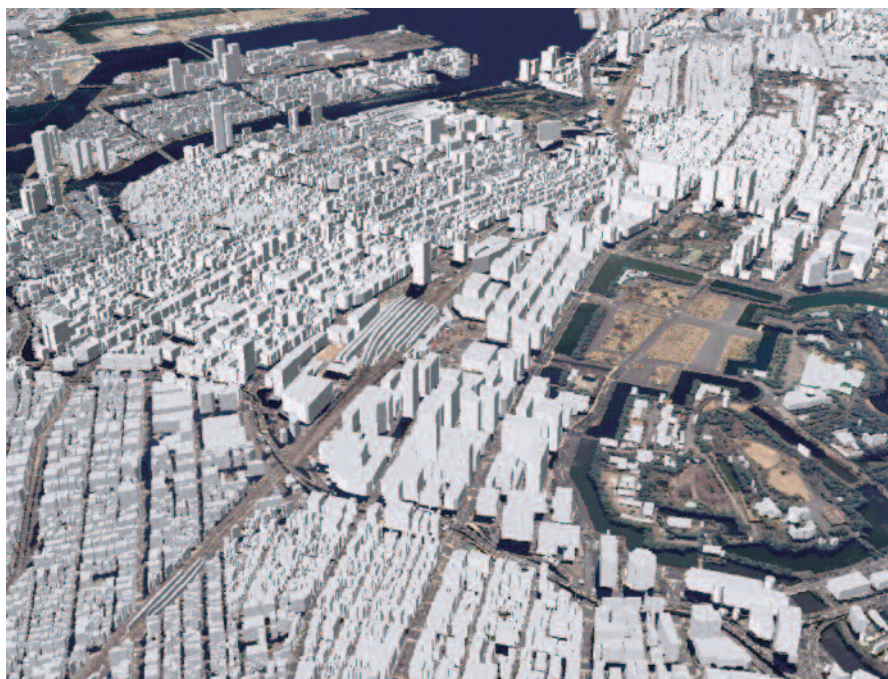


図5 広域の都市モデル（最頻値を用いた自動構築例）

表1 建物高の付与方法

高さ付与方法	特徴（長所・短所）
最高値	建物データ内の最も高い値を採用するため、上方に対して相当の安全を見ることができる。建物データに重機やポールなどの移動物や電線がある場合、その高さが採用され実際の建物高よりも高くなる危険性がある。
割合	建物データ内のLIDARデータを高さの降順にソートし、上位からの割合で高さを指定する方法である。最高値と比較してノイズや避雷針・鉄塔などが除かれて、比較的屋上面に近い値を採用できる。反面様々な形状の建物に対して一律で安定したパラメータを設定することが難しい。
最頻値	各建物ポリゴン内のレーザ計測データの標高値に対して度数分布（ヒストグラム）を作成し、最も頻度の高い区間を抽出しその区間の平均値を建物高として与える方法。階段状のマンションや低層階の面積が広い高層ビルは求めたい建物高よりも低くなる可能性がある。
平均値	建物データ内の全データの平均を求めるため、大きな誤差が発生しにくい。階段状の建物や傾斜屋根では、実際の値とは異なる高さが付与される危険性があり、建物データに含まれる全点の配点に依存する。

3.2 サインオブジェクトの作成方法

サインマップで利用するサインオブジェクトは、図6のようにイラスト化されたデータを使用する。携帯電話での利用を考えた場合、単純に画像データを切り出し補正した状態では、解像度が粗く撮影の状況によっては不鮮明な箇所や重なりが存在するため、Adobe社のIllustratorを使用してベクタ化を行っている。サインマップはサイン情報が最大の情報源であり、参照点として利用されるため、文字が携帯内でも確認できるように必要に応じて誇張して作成する。

サインオブジェクトを取捨選択して自動配置できる

- ・視線に正対した視認性の高いサインオブジェクトを生成できる
- ・パーソナライズ機能によりユーザごとに表示状態を変化できる
- ・属性情報の修正・管理が容易でサインオブジェクトを再利用できる

4.2 建物モデル作成手法の評価

ここでは、表1で示した建物高の付与方法（4種類）について、3種類の異なるケースで比較を行った（図7）。

その結果、屋上付属物がある場合や階段状

4. サインマップの適用可能性に関する検討

サインマップの特徴や他の表現方法との比較を通して、ヒューマンナビゲーションにおけるサインマップの可能性を検討した。

4.1 サインマップの特徴

サインマップの特徴を以下に列記した。

- ・地物の属性情報の内容に応じて複数のサ



図6 現地で撮影された画像データ（左）とイラストデータ（右）

図7 LIDARによる高さ付与方法の検討

	LIDAR+建物ポリゴン	LIDARデータ（立面）	最高値	割合（上位10%）	最頻値	平均値
屋上付属物						
値(m)	—	—	248.46	242.86	77.46	127.00
階段状						
値(m)	—	—	57.10	55.37	38.66	46.44
一般家屋						
値(m)	—	—	14.95	14.36	13.51	11.705

の屋根形状を有する場合には、建物高の決定方法によって、得られる建物高に大きな差異が認められた。一般家屋では、最高値および割合（上位10%）・最頻値について、LIDARデータ（立面）と比較して良好な建物高の再現ができた。一方、1つの2次元建物ポリゴン内に異なる標高値が分布する屋上付属物や階段状の場合には、最高値および割合（上位10%）では良好な値を示したが、最頻値・平均値ではLIDARデータ（立面）とは異なる形状となった。

上記の検討を踏まえ、図で比較的良好な結果を示した手法について、他の手法（写真測量）との比較を行った（図8）。LIDARデータは1点の精度が±15cm程度と良好であるが、ランダムに照射された点群データであるため、屋上面以外のデータが含まれている。一方、写真測量では、オペレータが屋上構造物や屋上面に高さを合わせて取得したデータであるため、LIDARデータから決定した建物高が、屋上面であるか、屋上付属物であるかを確認することができる。最大値を使用した場合、屋上アンテナや看板部に近い値であり、割合は、最大値と最頻値の中間に位置してヘリポートや屋上構造物部

と近い値であった。また、最頻値では、複雑なビル群においても屋上面と比較的近い値であった。

サインマップでは、建物間の相対的な建物高を重視する必要があるため、図7・図8を考慮して最も安定した高さが得られる割合（上位10%）を採用した。

4.3 サインマップとCG表現手法との比較

4.1のサインマップの特徴を踏まえて、表2の3項目について、現地写真やCGによる写実的表現とサインマップを比較した。

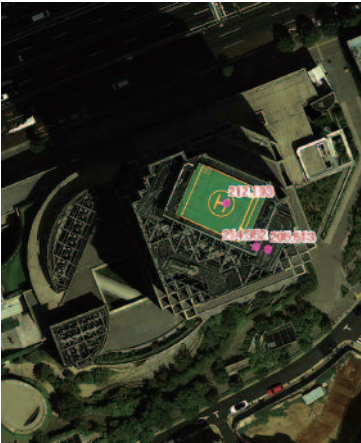
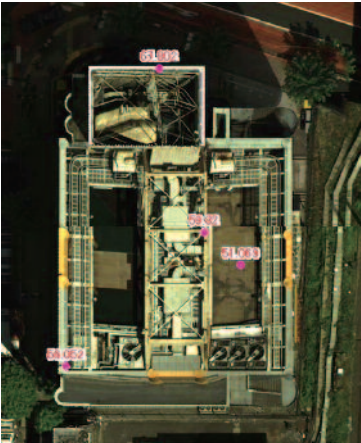
	写真測量		LIDAR	
	屋上アンテナ	214.35	最高値	213.43
	ヘリポート	212.19	割合 (10%)	211.23
	屋上面	205.51	最頻値	205.11
	看板トップ	67.80	最高値	68.35
	屋上構造物 トップ	59.82	割合 (10%)	59.80
	屋上面	51.07	最頻値	58.82

図8 写真測量により得られた標高データとの比較

表2 サインマップとCG表現手法との比較

比較項目	写 真	写実的表現（CG）	サインマップ
再利用・作成時間の短縮・メンテナンス性	×	△	○
パーソナライズされた条件付き描画	×	△	○
ウォークスルービューでの視認性	×	○	○

4.3.1 再利用・作成時間の短縮・メンテナンス性

写真から必要な画像を切り抜いて再利用することが可能だが、手作業が多くかかり現実的でない。また、CGでは一部コピーによりオブジェクトの複製は可能であるものの、手作業でオブジェクトを複製して再利用しているのが一般的である。

一方サインマップの場合は、サインオブジェクトはシンボルとしての利用を前提に考えているので、同じ銀行やコンビニエンスストアなどについては、事前に作成されたオブジェクトがあれば、建物の属性情報を更新することで容易に再利用が可能である。

4.3.2 パーソナライズされた条件付き描画

写真は撮影された状態を正確に表示している反面、写真内の一部でオン・オフを設定することはできない。CGにおいては、事前に設定しておくことで、描画オブジェクトのオン・オフは可能である。しかし、検索履歴の条件に基づいたリアルタイム性が求められる描画については現時点では実現例も少なくユーザの満足を得られない状態である。

サインマップでは、これらの問題を解決するため、属性管理データベースと履歴保存データベースを持ち、リアルタイムの更新に耐えられるよう設計している。

4.3.3 ウォークスルービューでの視認性

ウォークスルービューでの視認性を考えた場合、写真はある視点からのありのままを描写しているため、写真の手前側に樹木や車、人が存在する場合は後ろのサインなどを確認することはできない。CGでは、視認性をあげるために、距離に応じた詳細度の設定（LOD制御）や描画範囲の設定などを通じて、視点の中で不要と思われるものを描画しな

い、もしくは作成しないことで視認性を保っている。しかし、写真と見間違える程に詳細に作成された表現を行うほどに、写真や現実世界と同じ結果となる恐れもある（写真化）。

サインマップは、詳細度を追求せず、条件に基づいた描画を前提にしてあるため、仮に1棟のビル内に複数のテナントがあった場合でも、すべてを描画するわけではなく、パーソナライズに従ってサインオブジェクトを選別し描画している。同様の理由から、ある建物よりも後方にユーザの求めるサインが存在する場合は、手前側のサインを省略し、後方のサインを誇張し注視できるように設定することが可能である。

4.4 サインマップの視認性検討

サインマップの視認性については主観的な部分があるが、図9～図11に示すようにサインの有無によって生じる視認性の変化に着目して比較した。図9の単純な3次元建物モデルでは表現できない情報（サイン）を、サインマップでは図10のようにサインオブジェクトによって提供できる。サインが視点に対して正対するようにサインオブジェクトを提供することで、さらにサインの可読性を高める効果が見られた。さらに、図11のように交差点付近の手前側1棟のみテクスチャマッピング



図9 3次元建物モデル



図10 サインマップ



図11 サインマップ+手前1棟のみテクスチャマップ



図12 距離に応じたサインオブジェクト表示の変更

グすると、サインの効果に加えて現実感を向上させることができた。

4.5 サインマップにおける総描

サインマップは3次元のデータであるため、これまで2次元の地図で用いられた総描も3次元的に行う必要がある。サインマップでは複数のサインを登録できるため、ユーザの視点が移動した場合、単純なズームイン・ズームアウトの関係ではなく、図12に示すようにユーザ位置とサインオブジェクトの関係に応じて、コンテキストを維持しつつサインオブジェクトを切り替えて詳細度を変化させる構造をとる。これによりユーザはシーンに応じて必要な情報を得ることができる。

4.6 システム化検討（プロトタイプモデルの作成）

これまでの検討を踏まえて、プロトタイプ版のサインマップ（サインオブジェクト表示システム）を作成した。システムの状態遷移は図13～図14となる。まず、図13の状態で行先を定め、案内スタートボタンを押すことで、3次元画面へと切り替わるシステムである（図14）。3次元画面内では、道路中心線を前後移動および回転のみ可能な設計とした。また、3次元画面では、画面内でクリック可能なサインオブジェクトを配置した。サインオブジェクトをクリックすることで、属性情報に応じた各社のWebサイトに接続できる。



図13 サインマップWeb版システム事例（2次元検索画面）



図14 サインマップWeb版システム事例（3次元表示画面）

5. おわりに

本稿では、サインオブジェクトを中心としたモデルを自動構築する仕組みを提案し、その特徴や効果を検討した。サインマップはプロトタイプ版であるが、新しいコミュニケーションツールとして、携帯電話やインターネット上で動作するソフトウェアを提供するとともに、サインオブジェクトを量産できる機能を構築する予定である。また、商業看板や交通標識だけではなく住居表示、名所旧跡のガイド表示など、対象範囲を拡大させることも考慮中である。

今後は、サインマップが空間認知に寄与できるツールとなるために、人間の眼球運動に着目して、アクティヴ・ビジョンの検証⁷⁾を進めると同時に、初めての道であっても、道に迷わないためにはどのような空間参照方法が必要であるか、コンテキストに着目した側面景観の総描研究を進めていきたい。

発表日：2007年6月22日

参考文献

- 1) Takashi Morita: "A Working Conceptual Framework of Ubiquitous Mapping", Proceedings of the 22nd International

Cartographic Conference, 2005

- 2) Georg Gartner: "Semantic Wayfinding with Ubiquitous Cartography", 23rd International Cartographic Conference, 2007
- 3) 大山俊男: 街角を曲がるー人と空間の認知心理学ー、(株)近代文芸社、1997
- 4) Takashi Morita: "Concept of Real Scale Map and The Allocation of Reference Points in Ubiquitous Mapping", 23rd International Cartographic Conference, 2007
- 5) Tomoyasu Maruyama and Takashi Morita: "Sign Map on Ubiquitous Mapping", Joint Symposium of Seoul Metropolitan Fora & Second International Workshop on UPIMAP, 2006
- 6) Tomoyasu Maruyama and Takashi Morita: Effectiveness of Sign Map for Mobile Mapping, 23rd International Cartographic Conference, 2007
- 7) J.M.フィンンドレイ・I.D.ギルクリスト: 眼球運動の心理・神経科学 アクティヴ・ビジョン、(株)北大路書房、pp.103-148、2006