利用者の分布を考慮した施設配置分析

降旗 徹馬、松岡 公二

A Facility Location Analysis Considering Spatial Patterns of Distributed Users

Tetsuma FURIHATA and Koji MATSUOKA

Abstract: Facility location and area-marketing analysis by Geographical Information System(GIS) frequently require distance from facility to user and aggregated user population in areas of concern. This is usually based on estimating the user distribution from the aggregated population data for each area consisting of unit areas which is assumed that the user distributes evenly. However, for the spread of much more detailed geographical data available for certain urban areas, we do not estimate only the user distribution incorporating aggregated data approximately but also estimate it as points data of individual buildings in the area. In this paper we confirm the effectiveness of this latest approach by comparing its result to that produced by the conventional method of data aggregation.

Keywords: GIS, locational analysis, area-marketing, spatial pattern.

1. はじめに

近年の地理情報システム(GIS)に対する関心は高く、多くの分野において様々な利用を目的とした研究・開発が進められている。同時に、その中心をなす地図データも各方面において徐々に整備されつつある。その中で個々の施設の存在や位置づけをより詳細に把握することが可能なものとして、建物、道路をはじめとした情報が格納された住宅地図データがあり、地方自治体や民間の業者によって作成・蓄積されている。現在、これらのデータをいかに活用していくかが重要なテーマとなっている。

この住宅地図データは、施設配置分析やエリアマーケティング分析における施設とその利用者の空間的関連を基にした分析手法に有効に利用できる可能性を持っている。すなわち、施設が利用者に対して提供するサービスの状態を距離に関して明らかにする距離分布(大澤・腰塚,1983)や、施設が抱えると推測

される利用者の数、すなわち利用圏(商業施設ならば商圈)に関する諸性質について、より現実に近い観点から分析が可能な点である。

これら諸性質の分析のためには、利用者から施設までの距離の算出や利用圏内の利用者数の集計(人口推計)といった基本的な処理が必ず伴う。ここでの利用者分布(人口分布)の捉え方が分析の精度を向上させる上で重要な項目であり、いかに現実の問題に即応して分析が行えるかがこのような地図データを利用したGISの構築を成功させるキーポイントとなるものと考えられる。

既往のほとんどの研究では、利用者を把握するためのデータとして番地や丁目の街区単位やメッシュ単位に集約された集計データが利用されてきた。この集計データでは集計単位以下の区分において生ずる利用者分布の相違が把握できない。

ある利用圏が与えられ、この利用圏に含まれる利用者数をこの利用圏と重ならない(完全一致しない)集計データから求める場合は、各々の面上で幾何学的にズレを生じた部分を補正し求める方法が提案さ

降旗：〒346 埼玉県久喜市下清久500

東京理科大学経営学部

Tel. 0480-21-7621

School of Management, Science University of Tokyo

500 Simo-kiyohisa, Kuki-shi, Saitama 346

図1 東京都中野区における人口分布

れている(鶴谷ら,1985)。しかし、この方法においても、個々の集計単位内での人口分布を一様分布と仮定して取り扱っているため、集計単位以下の区分において生ずる人口分布の相違を考慮することは不可能である。

現在の都市における人口分布パターンは、高層の集合住宅や公園等の影響で著しく変化の激しい状況を呈すると考えなければならず、街区やメッシュ単位に集約して取り扱う人口データでは様々な分析手段に対して十分な精度の結果を与えるものではないと考えられる。

そこで、施設とその利用者の空間的関連を基にした分析手法に、住宅地図レベルの地図データから得られる建物分布に関するデータを利用者分布を捉えるデータとして利用することを提唱する。

建物は人間が生活を営む上での基本的な単位であり、利用者分布を建物分布とオーバーラップして捉えることは、現実の人口分布を最も細かい単位の位置情報を付随させて取り扱えることであり、様々な利点が生ずる可能性がある。特にこの方法によれば、利用者から施設までの距離や、利用圏内の利用者数を人口分布パターンのいかなる変化をも克服し、より精度よく算出できる点をあげることができる。また、利用者分布を点として取り扱えるため、地域住民に対する利便度を考慮した施設の最適配置の導出、すなわち連続立地型のminisum問題やminimax問

題などに適用し、より現実に近い状況下で施設配置の評価に活用できる。

しかし、利用者分布を建物ごとに捉えて分析を行うと計算機内での処理は大幅に増大する。例えば、図1(a)は東京都中野区における建物の分布を、図1(b)は番地単位の街区の代表点の分布を、図1(c)は丁目単位の街区の代表点の分布を表しているが、建物は全部で68,132点、番地は3,421点、丁目は85点であり、取り扱うデータが細くなればなるほどデータ量が膨大になる。もし、地点データ(建物の代表点)を用いた分析と集計データを用いた分析の結果にそれほどの差異が認められなければ、処理の手間を大幅に増大させてまで地点データを用いる意義はなくなる。よって、地点データが集計データに比べてどのような場合に有効なのかを実際に分析対象とする地域ごとに吟味する必要がある。

本論はこういった観点から、住宅地図データにおける地点データと街区単位の集計データにおける代表点の分布パターン特性を調べ、さらに、この現実の地点データと集計データを用いて利用距離に関して検討を行い、その相違を明らかにした。また、これらの結果をふまえた上で利用者が最寄りの施設を選択することを想定したときの施設配置分析を行う機能を付加したGISの開発を行い、これを用いて事例分析を行うことによって地点データを利用することの有効性を確認した。

2. 利用者の分布

利用者の分布状況を地点データおよび集計データという異なる側面から捉え、分析結果に与える影響を調べた。

地点データとは各建物内の代表点座標を点として表現し、その点に人数が属性として付属するデータを指す。集計データは街区やメッシュ単位に集計された人口データで、各々の面の属性として人口が付随するデータである。後者は、施設配置計画やエリアマーケティング分析を定量的に扱うときには、街区やメッシュの代表点(幾何的重心など)に人口が集約されているものとして取り扱われることが多い。

地点データと集計データの代表点の分布パターンの違いを中野区について図示すると図1のようになる。この分布パターンの特性を調べるため、ランダム分布からの乖離の度合を示す尺度である最近隣測度 R (大友,1982)を求めると、図1(a)の建物分布は $R=0.85$ 、図1(b)の番地単位の街区では $R=1.46$ 、図1(c)の丁目単位の街区では $R=1.63$ となる。3つの図の点の分布パターンは異なっており、図1(a)、(b)、(c)という順に集塊型から拡散型の方に変化している。これは、本来図1(a)のように分布する利用者を図1(b)、(c)のように集計データとして集約するに伴い、本来持つ分布パターンが変化してしまうことを示している。

この分布パターンの相違が利用距離の算定にどのような影響を与えるのであろうか。

まず、利用者にとって施設選択の幅がない場合の例として、Weber問題を例題に考察する。これは現実には区役所の本庁のような施設を対象とした場合にあたる。

図2は中野区内に任意の初期点を5つとり、分析の対象として利用者分布を「図1(a)建物」と「図1(b)番地単位の街区」とした場合について、それぞれWeber問題を解いたものである。

すなわち、対象地域に m 個の街区があり、その代表点 $u_1, \dots, u_m$ にそれぞれ $w_1, \dots, w_m$ の利用者が存在しているものとする。街区の代表点を利用者

(実線:建物単位,点線:街区単位)

図2. 5つの点を初期点とした最適立地

表1 図2における収束点の座標値(注1)

点番	利用者の分布	
	建物単位	番地単位
1	(13278.93, 19166.99)	(13279.47, 19166.30)
2	(13278.82, 19167.19)	(13279.38, 19166.49)
3	(13278.82, 19167.19)	(13279.38, 19166.49)
4	(13278.94, 19166.96)	(13279.49, 19166.27)
5	(13278.94, 19166.98)	(13279.49, 19166.28)

分布として捉えた場合のWeber問題は、2点間の距離を $d(.,.)$ で表すと利用者から施設までの距離の総和を最小化する施設の位置 s^* を決める問題として以下の目的関数 $f_w(v)$ が与えられる。

$$f_w(v) = \sum_{i=1}^m w_i d(u_i, v) \quad (1)$$

一方、建物の代表点を利用者分布として捉えた場合については以下になる。

i 番目の街区には m_i 個の建物が位置 $u_{ij}(j=1, \dots, m_i)$ で与えられ、その各建物に利用者 w_{ij} が存在するものとする。しかし、この各建物ごとに存在する利用者数 w_{ij} は所与のデータとして与えられていない(一般的な統計資料として入手不可能)ので、ここでは各街区内の個々の建物に一律

$w_{ij} = w_i / m_i$ を配分する方法をとる。各街区ごとに各建物から施設までの距離を算出すると考えれば、建物分布を利用者分布として捉えたWeber問題の目的関数 $f_B(v)$ は以下のように記述できる。

$$f_B(v) = \sum_{i=1}^m \frac{w_i}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} d(u_{ij}, v) \tag{2}$$

この式(1)と式(2)をWeiszfeldの方法(Ostresh,1978)を用いて解き(停止条件は実際の距離で1cmとした)、その収束の様子を示したものが図2である。いずれも収束の際、同様な軌跡を描いてほぼ同じ点に収束し(表1)、建物分布と街区(番地単位)の代表点の分布による差異は1mもない。

一般に集計データを用いて算出した利用者から施設までの利用距離は、真の利用距離とは異なることが従来より指摘されている(Hillsman and Rhoda, 1978)。これは本来図3(a)のように複数の点として分布する利用者を図3(b)のように一つの点で代表させてしまうことにより、各集計領域内の局所的な人口分布パターンを無視していることによる。しかし、ここで問題としたような条件下においては、図2および表1の結果のように、街区の代表点から施設までの距離 $d(u_i, v)$ と各街区内の建物から施設までの平均距離 $1/m_i \sum_{j=1}^{m_i} d(u_{ij}, v)$ との間には

(a)地点データ (b)集計データ

図3 任意の街区と施設の対応関係の例

表2 番地単位の街区データの性質(昭和60年)

	人口(人)	建物(棟)	面積(m ²)
総 数	310,888	68,132	15,730,000
平均値	91	20	4,598
最大値	1,308	127	137,441
最小値	2	1	549
標準偏差	84	14	4,858

相違がほとんどないことがわかる。

ここでは地点データ(建物分布)と表2のような性質を持つ集計データ(番地単位)について、Weber問題を解いてみたが、1施設に対して利用者数が十分大きいとして取り扱えるような場合には、局所的な人口分布の変化は利用距離の算出に対して大きな影響を与えないことを意味しており、集計データ(番地単位)を用いても満足のゆく結果が与えられることがわかる。

しかし、施設数が多くなり、1施設に対する利用者が少なくなる場合には、このような仮定は必ずしも成立しなくなることが予想されるので、次節ではこの観点から調べた結果について言及する。

3. 地点データと集計データの相違

複数の施設が対象地域に分布している場合は状況が変わり、局所的な人口分布パターンを考慮の対象に加えなければならない場合がある。

区役所等の公共サービスを提供する施設では、頻繁に利用者が利用するサービスは本庁のみでは対処不可能なので、出張所等を複数設置することになっている。小売店舗においては利用者が買い物に行く範囲には限度があり、また複数の小売店舗の競争が存在し、そこにはおのずと利用圏が何らかの形で存在する。

Huffモデル(Huff,1964)のような重力モデルにおいては、利用圏を明確な境界線で表現しないため、前節の結果と同様に集計データ(番地単位の街区)を利用しても距離の算出に関してはそれほど問題ないことが予想される。

しかし、最寄りの施設を選択することを想定するような場合(利用圏がVoronoi図で表現されるような場合)、分析対象地域は複数のVoronoi領域によって分割され、複数の利用圏に細分化される。このため集計データを用いて、分割された個々の領域内における利用距離(すなわち最近隣距離)の算出や利用者数を集計する場合、Voronoi図によって設定された利用圏と、集計データの集計領域に幾何学的なズレ

(図4)が生じ誤差の影響を受ける。すなわち、幾何学的なズレが生じた面部分に存在する建物は、本来ならば最寄りと判定されるべき施設が見誤られ、その建物が属する集計領域に与えられた代表点が最寄りとする施設に置き換わってしまっていることになる。幾何学的にズレが生じた面部分に建物が存在しなければ問題ないが、もし多くの建物が存在すれば、そこから得られた結果の信憑性は低くなる。

逆に、このズレが生じた面部分に存在する建物が、全体に占める割合が無視できる程度ならば、集計領域を代表点で把握し、利用する方法は実用上問題がないことになる。しかし、最寄りとする施設を見誤られた建物は利用圏と集計領域の幾何学的なズレと現実の局所的な建物分布パターンの重なり具合によって変化するため、理論的に把握することは難しい。

そこで、現実には起こっているズレの現象を確認す

るため、地点データと集計データを利用して調査した。ある施設を中野区内に設置することを想定し、その利用者分布として中野区における「図1(a)建物」と「図1(b)番地単位の街区」を用い、施設の位置は中野区内にランダムに存在するよう一様乱数によって与えた。施設の数をも1から1000まで順次増加させた場合の利用圏(Voronoi図によって表現した)と集計領域(番地単位)のズレの面部分に存在する建物数と、それが中野区全体の建物数(68,132棟)に占める割合を調べた。

この結果は表3および図5のようになる。この結果を見ると利用圏と集計領域(番地単位)のズレの面部分に存在する建物数は施設の数が多くなるほど大きくなることを確認できる。このズレの面部分に存在する建物が無視でき、集計データを用いてもよいといえる評価基準をここで仮に全体(中野区全体の建物総数)の5%以内と設定し試算を行うと以下のよう

図 4. 集計領域（街区）と利用圏のズレの例

図 5. 施設の数と利用圏のズレの関係

表 3. 街区（番地単位）と建物の分布を用いて計測した数値

施設数	ズレの面部分の建物数 (棟)	ズレの面部分の割合 (%)	施設の数密度 (棟/km ²)	利用圏の平均面積 (ha)	最近隣距離の平均値	
					建物単位 (m)	街区単位 (m)
1	0	0.00	0.06	1573.0	2165.3	2159.2
2	336	0.49	0.13	786.5	1985.2	1978.4
3	506	0.74	0.19	524.3	1738.1	1730.5
4	686	1.01	0.25	392.3	1729.4	1722.3
5	863	1.27	0.32	314.6	981.4	1002.7
10	1535	2.25	0.64	157.3	746.5	772.7
20	2234	3.28	1.27	78.7	457.2	461.3
30	3096	4.54	1.91	52.4	361.6	368.6
40	4233	6.21	2.54	39.3	319.0	323.8
50	4615	6.77	3.18	31.5	290.8	296.6
100	6907	10.14	6.36	15.7	202.5	206.7
200	9833	14.43	12.71	7.9	134.7	139.4
300	12027	17.65	19.07	5.2	112.8	115.9
400	13308	19.53	25.43	3.9	98.6	101.5
500	14662	21.52	31.79	3.2	87.5	90.6
1000	19216	28.20	63.57	1.6	62.1	64.4

になる。すなわち、この仮定のもとでは施設の数
33未満ならば集計領域を代表点で表現してもよいと
いえ、施設の数がそれ以上になればズレの面部分に
存在する建物は無視できないものとなる。この施設
数33という値は、先の仮定のもとで地点データを用
いることが有効になる一つの基準値になると考えら
れるが、これは施設の数密度が2.1(棟/km²)、すな
わち利用圏の平均面積が47.67(ha)のときである。こ
の値を中野区の番地単位の街区の平均面積、約
0.46(ha)と照らし合わせると、一つの利用圏の面積
に対して集計領域の面の大きさは1/100程度以下で
ある必要があることになる。

もちろん、この基準値は中野区において番地単位
の街区データを利用した場合に仮に設定したものであ
り、分析の対象となる地域やデータが変われば変化
する性質のものである。また、表3の最近隣距離の
平均値からわかるとおりに、分析対象地域全体の平
均利用距離のみを評価項目とした分析には、集計
データ(番地単位)を用いても、利用者分布を建物ごと
に捉えた場合でも、ほぼ等しい結果が与えられる。
よって、地点データと集計データは分析の対象とな
る地域や分析の目的に応じて使い分けていくことが
重要である。

4. 分析のためのシステム構成

住宅地図データを利用したGISの開発はSUN IPC
上でC言語(GNU gcc), X-WindowとX-Toolkit(Athena
Widget)を用いて行った。住宅地図データは(株)ゼン
リン提供のZ-mapを、データ管理は松岡(1993)によ
るデータの管理体系を用いた。これに加え新たに地
点データとなる建物ファイルを作成して既存のデー
タと関連付けを行った。この建物データの作成は、
住宅地図データにおける地図データから層番号32に
分類されている一般建物のみを抽出して行った。建
物ファイルは建物の位置(座標値)、人数、世帯数、
参照ファイルのアドレスから構成される。本システ
ムでは、利用距離や利用者数が分析対象地域の広
さ、人口分布、施設の数とその分布パターンによっ

て変化するものであるので、分析を行うときにはこ
のような観点について個々に検討できるよう地点
データと集計データのどちらも施設配置分析手段に
利用できるように設計した(図6)。分析手段として
は、利用者が最寄りの施設を選択することを想定し
た、特に公共施設の立地評価に有用な機能を備える
ように設計し、以下のような分析を行える機能を具
備している。

図6. 施設配置分析の手順

- 1) 現状の施設配置あるいは任意の施設配置の初期点
が与えられ、それを初期配置として利用者から施設
までの総距離を最小化する施設配置を求める問題で
ある minisum 問題(Hansen,1987)を解くことにより最
適配置を求める。
- 2) 初期点として与えられた配置とその最適配置のそ
れぞれの利用者から施設までの最近隣距離を算出す
る。
- 3) 両者の距離分布とその平均利用距離、最大利用距
離を比較することにより、現状の施設配置あるいは
初期配置を評価する。

もちろん、公共施設などの施設は最適配置が求め
られたとしても簡単に移設することは予算などの都
合もあってなかなかできることではない。ここでは
現状の施設配置に対する比較対象として最適配置を
導出するものであり、最適配置をそのまま現実の計
画に適用しようとするものではない。こういった施

設配置モデルを現実に直面する計画に適用していくためには、高度なユーザインタフェースを備えたSDSS(Spatial Decision Support System)の活用などを考えていかなければならない(Densham and Rushton 1988, Densham and Goodchild 1989, Armstrong and Densham 1990, Willer 1990)。しかし、SDSSの研究自体も端緒についたばかりであり、これらは今後の重要な課題である。

5. 事例分析

構築したGISを用いた適用事例として中野区に配置されている地域センターを取り上げる。地域センターは区役所の出張所、図書館等が一体化した施設であり、中野区内に16ヶ所配置されている。各地域センターには利用圏が設定されていないため、中野区民であればどのセンターでも自由に利用することができる。図7中の黒丸(●)が現状の地域センターの配置である。この分布パターンを見ただけでは現状の配置が利用者にとって便利な配置なのかどうか分からない。そこで先に述べた方法を適用し分析を行った。

まず、現状の配置を初期点として最適配置をminisum問題の解法に基づいて求めた結果(ここではWeiszfeldの方法を用いて、停止条件を実際の距離で1cmまたは探索回数の上限を70回として近似的に取り扱った)、図7の白丸(○)のようになった。

両者の配置を距離分布で比較すると図8のようになる。最適配置の方が全体的に利用距離が短くなっていることがわかる。表4は距離分布の平均値、標準偏差、最大値を示して比較したものだが、最適配置の方が平均距離で36.81m、最大利用距離で300m近く短くなっていることがわかる。現状の配置にはかなり改善の余地があるといえる。

これを各地域センターごとに見てみると表5の最大利用距離および平均利用距離の項目のようになる。ほとんどの地域センターにおいて最大利用距離、平均利用距離ともに短くなっているが、中でも南中野、鷺宮、上鷺宮といった地域センターでは最

現状配置(●)と最適配置(○)

図 7. 地域センターの配置

(細線:現状配置, 太線:最適配置)

図 8. 距離分布

表 4. 距離分布(単位:m)

	現状配置	最適配置
平均値	424.39	378.58
標準偏差	1289.10	1237.73
最大値	1203.09	921.56

大利用距離の変化の大きさが目立つ。これらの地区には地域センターを利用する上で不便な利用者が存在していることがわかる。

また、利用圏内の利用者数の観点から地域センターの配置状況を調べると、表5の利用者数の項目のようになった。この分析で用いたminisum問題は利用者から施設までの総利用距離を最小化する問題

表5. 東京都中野区における地域センターの施設配置分析結果

No	センター名	最大利用距離 (m)			平均利用距離 (m)			利用者数 (人)		
		現状配置 (A)	最適配置 (B)	(A)-(B)	現状配置 (C)	最適配置 (D)	(C)-(D)	現状配置 (E)	最適配置 (F)	(F)/(E)
1	中野	892.89	860.16	32.73	446.61	463.93	-17.32	7740	10091	1.30
2	南中野	1203.09	921.56	281.53	499.57	420.41	79.16	27358	24761	0.91
3	東部	791.98	735.46	56.51	414.06	400.93	13.13	22118	20948	0.93
4	鍋横	788.71	808.66	-19.95	424.25	367.09	57.14	19451	20417	1.05
5	桃園	786.45	692.32	94.13	410.25	342.36	67.89	16493	16044	0.97
6	昭和	690.80	675.68	15.12	349.58	347.25	2.33	15438	16296	1.06
7	上高田	918.24	793.94	124.30	403.04	358.74	44.30	15175	17438	1.15
8	新井	795.35	766.53	28.82	390.68	354.06	36.62	18913	15993	0.85
9	沼袋	861.89	745.62	116.27	415.89	383.40	32.49	20794	20010	0.96
10	江古田	903.01	781.88	121.13	391.70	371.92	19.78	14652	15173	1.04
11	野方	947.35	845.98	101.37	449.67	418.84	30.83	22216	21729	0.98
12	大和	879.62	769.22	110.40	403.07	388.02	15.05	20674	20693	1.00
13	鷺宮	1039.96	865.68	174.28	521.21	460.91	60.30	21813	19845	0.91
14	東中野	624.06	546.12	77.94	343.91	294.96	48.95	5743	8685	1.51
15	上鷺宮	1001.41	853.71	147.70	461.07	422.51	38.56	13376	14062	1.05
16	弥生	758.26	727.38	30.88	366.55	362.80	3.75	21643	21412	0.99
平均値		—	—	—	399.61	362.80	36.81	17724.8	17724.8	1.00
標準偏差		—	—	—	—	—	—	5607.9	4344.9	—

であり、施設が抱える利用者数を均等化する問題ではないが、ここでは最適配置の方が各地域センター間の利用者数の散らばりが小さくなることが標準偏差よりわかる。この原因は現状の配置において南台など地域センターが設置されていない地区や弥生町のように2つ設置されている地区があることなどによってアンバランスが生じているためと考えられる。

6. おわりに

本論では施設配置分析やエリアマーケティング分析において必ず直面する利用者データの取り扱い方を利用距離に関して検討した。中野区を対象とした結果では、施設に対して利用者が十分に多ければ集計データ(番地単位)を用いてもかなりの精度があることが確認できた。しかし、利用者が最寄りの施設を選択することを想定した分析においては、施設の数が多くなると集計データの集計領域と利用圏とのズレの面部分に存在する建物数が大きくなり、集計データでは対応できていないことが明らかとなった。この場合は利用者分布を建物ごとに捉える地点データを活用することが有用となる。

もちろん、この地点データと集計データの使い分けは、分析の対象となる地域およびその広さ、人口分布、施設の数およびその分布パターンによって変化するものであるから、分析を行うときにはこのよ

うな観点について対象とする地域ごとに検討を加える必要があり、これを容易に実現するための機能を付加したGISの構築を合わせて行った。2節、3節の結果はこのシステムからのアウトプットをまとめたものであり、このような機能はGISの重要な機能の一つとして認識する必要がある。

今後の課題としては、集計領域と利用圏のズレの面部分に存在する建物の空間分布に関する理論化を進めるとともに、多くの地域を対象とした実証的な事例をふんで一般的に捉えていく必要がある。また、本論ではこのズレの問題を平面上で取り扱ったが、道路ネットワーク上でも調べる必要がある。

(補注)

1) 座標はZ-mapにおける地図座標を変換したもの。単位は10cmである。

参考文献

- 大澤義明, 腰塚武志(1983) 距離分布による施設配置の分析, 『日本都市計画学会学術研究論文集』, 18, 25-30.
- 大友 篤(1982) 「地域分析入門」, 東洋経済新報社.
- 鶴谷建之, 笠原裕, 宮下敏昭(1985) 地域分析のための地理情報のオーバレイ手法, 『電子情報通信学会論文誌』, J68-D, 183-192.
- 松岡公二(1993) 電子住宅地図を利用したGISのデー

タ管理方法の検討, 「GIS－理論と応用」, 1, 67-80.

Armstrong, M.P., Densham, P.J.,(1990) Database Organization Strategies for Spatial Decision Support Systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, 4, 3-20.

Densham, P.J., Rushton, G.,(1988) Decision Support Systems for Locational Planning, in *Behavioural Modelling in Geography and Planning*, eds. R.Golledge and H.Timmermans, 56-90, London: Croom-Helm.

Densham,P.J., Goodchild, M.F.,(1989) Spatial Decision Support Systems:Research Agenda, *Proceedings GIS/LIS'89 ACSM*, 707-716.

Hansen, P.,(1987) Facility Location Analysis, in *Systems of Cities and Facility Location*, eds. P.Hansen et al., 1-70, Chur.: Harwood Academic Publishers.

Hillsman, E.L., Rhoda, R.,(1978) Errors in Measuring Distances from Populations to Service Centers, *Annals of Regional Science*, 12, 74-88.

Huff, D. L.,(1964) Defining and Estimating a Trading Area, *Journal of Marketing*, 28, 34-38.

Ostresh, L. M. Jr.,(1978) On the Convergence of a Class of Iterative Methods for Solving the Weber Location Problem, *Operations Research*, 26, 597-609.

Willer, D.J.,(1990) A Spatial Decision Support System for Bank Location: A Case Study, *National Center for Geographic Information and Analysis, Technical Report 90-9*.