原著論文

ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察

小山 雅明*, 高橋 由樹*, 椎塚 久雄**

* アイワ広告株式会社, ** 株式会社 椎塚感性工学研究所

Territory Model of Field Standing Signboard using the Voronoi Diagram

Masaaki KOYAMA*, Yuki TAKAHASHI* and Hisao SHIIZUKA**

* AIWA Advertisement Co., Ltd., 14-21-1 Asahicho, Machida-shi, Tokyo 194-0023, Japan

** Shiizuka Kansei Engineering Laboratory Co., Ltd., 2-13-3 Jindaijikitamachi, Chofu-shi, Tokyo 182-0011, Japan

Abstract : The items to be considered when we are installing signboards, which can be mentioned the following five items: (a) Content, (b) Color, (c) Size, (d) Visual, (e) Installation place. In this paper, we consider the installation place of the sign board in a certain region. In this case, we have been considered basic using Voronoi diagram in the computational geometry. First, from the nature of the Voronoi diagram, we give a basic structure of the model territory of signage. We show the interpretation of the Voronoi diagram and destination sign on the map. In addition, to give a definition of turf signage, and further showing the basic steps of the Voronoi tessellation. We show the divided simulation to Voronoi regions whose base point the installation position of a field standing signboard. Also we give an algorithm for the optimal placement of the area that is not installed the sign yet.

Keywords : Sign board, Installation place, Voronoi diagram

1. はじめに

看板や案内板を設置するとき重視すべき項目として, (a) 内容, (b) 色使い, (c) サイズ, (d) ビジュアル, (e) 設置位置があげられる[1]. また, これらをさらに要約すれば, 「設置位置(見えやすい・目にふれやすい)」, 「目立つ」, 「内容」の分かりやすさの3点に絞られるであろう. まず, 「見えやすい・目にふれやすい」については, 看板の設置場所(位置)が重要である. 場所で失敗しないためには, 看板の専門家のアドバイスも必要であろうが, その店の経営者自身が客の立場になって, 自分の目で確認しながら決定していくことも重要である. 次に, 「目立つ」については看板の「色あい」が1つの重要な要素になっているが, 色の選択は, 業種や業態によって適した様々なものがある. また, 見落としがちなのが設置後の看板のメンテナンスも「目立つ」に大きく影響している. そして, 看板の「内容」の分かりやすさについては, 看板の設置場所やタイプなどにより, 注意点が変わってくる. まず, 人通りの多い道路沿いなどに設置する誘導目的の看板であれば, 店名や業態, 店への道順や距離を示した地図などを大きな文字で盛り込むのも良いが, 逆に情報量が多過ぎるとアピール力が弱まるということになる.

本稿では, これらの評価項目の中で, 特に, 「見えやすい・目にふれやすい」に関連した, ある領域における看板の適正な「設置場所」に注目して, 計算幾何学(computational geometry)におけるボロノイ図(Voronoi diagram)を用いた基礎的な考察を行っている.

看板は一つの情報発信源と考えることができる. それは, 丁度, 一つのアンテナから送られる地上波の到達領域をそのアンテナの「なわばり」とみなすことができる. 従って, ある

一定の地域には複数の看板があるから, 各々の看板はひとつのなわばりを持っていると考えられる.

本稿では, この考え方をボロノイ図に適用させて, 情報発信源としての看板のなわばり領域に関する基礎的な考察を行う.

まず, 2.ではボロノイ図の基礎的性質について示す. 3.では, 本稿で考察する看板のなわばりモデルの基本的な構造を与える. 地図上での看板と目的地のボロノイ図の解釈について示す. 4.では, 看板のなわばりの定義を与え, 現実的なマンハッタン距離について考察する. 5.ではボロノイ分割の基本的な手順について示す.

本稿で考察の対象としているのは, 野立て看板であるから, 6.では, 野立て看板の特徴と設置条件について示す. これらのことから, 7.では看板の設置位置を母点とするボロノイ領域への分割シミュレーションについて示す. そして, 8.では隙間(まだ看板が設置されていない地域)への最適配置について考察し, その配置アルゴリズムを示す.

2. ボロノイ図

d 次元ユークリッド空間を $\mathbf{R}^d$ で表す. ただし, ここでは, $d(=2,3)$ は2次元か3次元の場合を扱うことになる. 空間 $\mathbf{R}^d$ 内に特に指定された n 個の点の集合を $S=\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ とする. 2点 P, Q のユークリッド距離(Euclidean distance)を $l(P, Q)$ と書いて,

$$R(S; P_i) = \{P \in \mathbf{R}^d \mid l(P, P_i) < l(P, P_j), j \neq i\} \quad (1)$$

とする.

$R(S; P_i)$ は, 「 S の中で最も近いものは P_i である」という性質を持つ点 $P \in \mathbf{R}^d$ をすべて集めてできる集合である.

図1 ボロノイ図の例

別の言い方をすれば、 S に属するそれぞれの点が、他よりも自分に近い場所を自分の勢力下に置くとみなしたとき、 P_i が支配する勢力圏 (dominance region) が $R(S;P_i)$ である。空間 R^d は、 $R(S;P_1), R(S;P_2), \dots, R(S;P_n)$ とそれらの境界に分割される。この分割図形 (tessellation) を S に対するボロノイ図 (Voronoi diagram) という [2]。

図1に $d=2$ の場合のボロノイ図の例を示す。黒丸が S に属する点で、実線で描いた図形が勢力圏の境界である。

S に属する点 P_i をボロノイ図の母点 (generator)、 $R(S;P_i)$ を母点 P_i のボロノイ領域 (Voronoi region) と呼ぶ。 $d=2$ の場合に、二つのボロノイ領域の境界をなす線分または半直線または直線をボロノイ辺 (Voronoi edge) と呼び、三つ以上のボロノイ領域の境界が共有する点をボロノイ点 (Voronoi point) と呼ぶ。

3次元空間におけるボロノイ図は、 $d=3$ の場合を考えることになるが、ここで考察する現実的なボロノイ図は、二次元平面であるから、 $d=2$ の場合のみを考える。2次元ボロノイ図のボロノイ領域は凸多角形になることが知られている [2]。

3. 地図上での看板と目的地のボロノイ図の解釈

いま、地図上の任意の2点間が、ユークリッド距離に比例する時間で移動できると仮定する。実際には、道路に沿って移動するから、移動に要する時間は必ずしも距離だけでは決まらない。しかし、十分に広い市街地の領域をとると、2点間の移動時間は近似的にユークリッド距離に比例することが分かっている。

ここで、この地図上で、人が看板に出会った地点 P_i (看板の設置場所) を母点としてボロノイ図を作成することを考える。このとき、ボロノイ領域 $R(S;P_i)$ は、点 P_i に設置された看板が、他の看板より早く出会うことのできる領域を表す。

従って、図2に示すように、上半分は領域 $R(S;P_i)$ にいる人が、その看板にいち早く出会うためには、その領域がどのボロノイ領域に属するかを調べれば、看板の設置場所が決定できる。

領域 $R(S;P_i)$ に属する人が、看板と出会って目的地が認識できたとして、次に、この看板に出会った人が目的の場所

図2 看板を見て目的地への到着とボロノイ図

(例えば、レストラン) に行かなければならない。最も近い目的のレストランはどこであろうか。

この問題に答えるためには、図2の下半分に示すように、今度はレストランの位置を母点とするボロノイ図があればよいことが分かる。看板が含まれるボロノイ領域を見つけ、その領域を支配しているレストランに客が向かうようにすればよい。

4. 看板の「なわばり」の概念

4.1 看板の「なわばり」の定義

最初にも述べたように、看板は一つの情報発信源であると考えられる。すると、その情報を最も早く受け取ることのできる人は、看板を母点とするボロノイ領域に属する人である。もちろん、これは理想的な条件下であるが、ここでの「看板のなわばりモデル」を構築するときの前提条件でもある。このようにしても一般性を失うことはない。従って、次の定義が得られる。

【定義1】 看板のなわばり

一つの看板を母点 P_i に対応付けたとき、そのボロノイ領域 $R(S;P_i)$ を「看板のなわばり」という。

一般には、ある地域における看板は複数個存在するから、このような看板のなわばりは、看板の数だけ存在する。すなわち、各々の看板が持つなわばりは、その看板のボロノイ領域の数だけ存在することになる。

4.2 マンハッタン距離とボロノイ図

一般に、距離関数については、ユークリッド距離が使われている。ユークリッド距離は、日常的に使っている距離概念である。これに対して、例えば図3に示すように、2次元平面 R^2 の上の2点 $X=(x_1, x_2)$ 、 $Y=(y_1, y_2)$ の間のマンハッタン距離は次のように与えられる。

図3 マンハッタン距離とユークリッド距離

ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察

$$d_1(X, Y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| \quad (2)$$

一方、ユークリッド距離は

$$d_2(X, Y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2} \quad (3)$$

一般的な表現では、マンハッタン距離は次のように定義される。

$$d = (X, Y) = \sum_{k=1}^n |x_k - y_k| \quad (4)$$

ただし、上式において、 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 、 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ としてある。

マンハッタン距離は、都市ブロック距離 (city block distance) とか市街地距離としても知られている。マンハッタン距離の名は、マンハッタンのような正方形のブロックに区分された都市で、自動車が運転される距離に由来する。

さて、本稿で考察している看板のなわばりを表すのに、ボロノイ図を用いるときに、実際には2点間の間には建物や施設等があるので、看板や目的地に直線で行けるとは限らない。その場合は、道路等に沿って曲がっていくことになる。実際の道路が基盤の目状になっているのは少なく、現実的には1ブロックの縦横の長さは異なっていて、かつ道路は斜めになっている場合もある。しかし、近似的な意味ではマンハッタン距離の考え方を使うことで現実への応用が可能になる。従って、マンハッタン距離で考えた方が、より現実に近い状況にあることが分かる。

図4には、通常のボロノイ図とマンハッタン距離にもとづくボロノイ図のイメージの比較を示す[2]。マンハッタン距離を用いた場合のボロノイ図の作成は、近似的に求めることができるが[3]、それは現実を反映しているボロノイ図であるから、現実的なボロノイ図は、なんらかの形で近似を行うことで作成することができる。

マンハッタン距離は、道路が基盤の目状になっていることが基本的な条件であるが、それは実際の道路では特別な場合に属することになる。これを実際の地図上で確かめてみよう。

図5は、実際の地図上でユークリッド距離とマンハッタン距離の比較例を示したものである。この例からも分かるように、マンハッタン距離を用いたボロノイ図を作成する方がより現実的であることが分かる。

(a) 通常のボロノイ図

(b) マンハッタン距離にもとづくボロノイ図

図4 二つのボロノイ図のイメージの比較

図5 近似的なマンハッタン距離—実際の道路は基盤の目状になっていない (新宿3丁目界隈, Google Map)

5. ボロノイ分割の手順

ここでは、各ボロノイ点を看板の設置位置、あるいは目的とする施設とする。図6は、ボロノイ点が与えられたときに、対応するボロノイ図を得るための具体的な描画法を示す[2]。

本稿では、野立て看板の設置位置を対象にしているので、このようなボロノイ点が、実際の看板の設置位置に対応させている。次章では、野立て看板の特徴について考察する。

(a) 与えられたボロノイ点

(b) 各点の間を線で結ぶ

(c) (b)で出来た3角形の各辺の
垂直二等分線をつなぐ

(d) 最初に結んだ線を消して、
ボロノイ図が完成

図6 ボロノイ分割の作成手順例

6. 野立て看板の特徴と設置条件

看板のボロノイ図を考えると、野立て看板の特徴と設置規制について考えることは重要である。「野立て看板（あるいは略して「野立」）とは街路や路地、田畑などに設けて、通行人や乗客に店舗や企業などをPR、案内、誘導したりするための看板のことを言う。

野立て看板については、筆者らがこれまで得てきた現場での経験も踏まえて考察を行った結果、次のようにまとめられることが分かった。

6.1 野立て看板の長所

野立て看板の長所は、通行中のドライバーや歩行者、または列車などの乗客によって確認、認知されやすい視認性の高さであり、特に商業施設（ショッピングセンター）などは、この野立て看板を活用すると、非常に有効なケースがある。具体的な長所として、次のような①～④があげられるので、これらの特徴から特に商業施設に特に重宝される広告媒体として認識されている。

①入り組んだ路地にある施設（店舗）への案内、誘導

店舗が大通りから外れたりしている場合は立地的に不利になるが、看板を使って、例えば、「次の信号を左折」のように誘導することでその問題点を補うことが可能である。

②店舗を目立たせる

店舗が林立するロードサイドや繁華街などの場合、個別の店舗を目立たせるのが難しい。その場合、この野立て看板があると優位に働くことがある。

③商圈を拡大する

大規模な総合スーパーや各種専門店などが商圈を拡大したい場合、大通りなどに、例えば、「あと〇km、駐車場〇台」などと表記して、興味を引かせる場合が多くある。

④競合店との差別化

コピーや宣伝文句などを入れて、他施設、同業他社との差別化を図る。

6.2 野立て看板の規制

最近では、看板への規制は厳しさを増していて、多くの規制があるので、無条件で設置することはできない。野立て看板の設置が禁じられている場所には、大別すると次の二つがある。

(a) 法律によって禁じられている地区

住居専用地域、景観地区、風致地区、文化財保護法によって保護された建築物や公園、森林法によって保護された森林、鉄道の敷地、自然公園、公園、緑地、墓地等。

(b) 各自自治体によって定められた場所

橋梁、街路樹、景観法に基づいて保護された建造物や樹木、その他各自自治体が指定した物件等。

6.3 鉄道沿線における野立広告

鉄道沿線における野立て看板は、一般に「野立」と呼ばれることが多い。「野立」は郊外の田畑などに立てられ、列車

ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察

の乗客は外を眺めていることが多いために、宣伝効果を期待できるものである。

6.4 野立て看板の問題点

野立て看板の問題点としては次のような事項がある。

①**都市景観問題**：最も重大な問題が都市景観に対する問題である。広告は目立たせるのが目的であるため、町並みや自然景観を著しく損ねるケースが多い。

②**商業的な問題**：ある店舗が設置した野立て看板を隠す形で、別の店舗が看板を設ける場合がある。

③**法律上の問題**：野立て看板は屋外広告物法によって管理されており、乱雑な広告や著しく景観、風致を著しく乱す広告の設置はできないことになっている。

④**環境問題**：田畑に設けられた野立て看板の手入れがされないで放置されたり、塗料や各種溶剤が剥げてきたりして、景観を著しく損ねる場合がある。

⑤**耐久性の問題**：看板の素材が耐久性を超えた長期間、あるいは悪条件において設置され続けた場合で、適切な補修等を行っていないときは倒壊のおそれがある。

7. ボロノイ領域への分割

7.1 現実的な近似ボロノイ図

前章で示した野立て看板の設置条件等を満たしているものと仮定して、実際の地図上でボロノイ領域への分割を行い、現実的なボロノイ図は、近似（誤差）のもとに作成されるこ

とを示す。すなわち、ボロノイ図そのものは、誤差を含むことはよく知られているから[2]、その上でのボロノイ図であることを認識しなければならない。

図7は、新宿3丁目付近の地図をGoogleマップからダウンロードしたものである。黒丸●を看板の設置位置と仮定して、この地図上にボロノイ領域を描いた。

図8に示すボロノイ領域は、図7の一部を拡大したものである。いま、太枠の領域で考えてみると、看板（黒丸●）への直線距離ではなく、周囲のビルの間の道路からの人の流れを見た場合、現実的には、非常に制限された領域から看板へのアプローチが行われることになる。このことは、看板を設置するときに考慮しなければならない重要な事項である。

7.2 ボロノイ分割による人の流れを考慮した看板の最適設置

実際の野立て（屋外）看板の設置場所については、種々の条件を考慮した上で決めることになるが、その場合、人の「流れ」に注目して「全体システムの」な視点から進めることが効果的な看板の設置場所の決定へとつながる。看板をどれだけ多くの人が見るのかについては、その地域性や時間帯によって人の流れは異なる。看板を設置しても、例えば、車の移動であれば、認識しても止まることもできない位置であれば、効果は半減する。従って、人の目に触れにくい位置であっては、その効果を発揮することはできない。

ここで、看板配置のボロノイ分割に関して次の用語を定義する。

図7 ボロノイ領域への分割例「看板の設置場所は黒丸●」（新宿3丁目界限，Google Map）

図8 制限されるボロノイ領域—ビルなどの“障害物”のため直線的には進めない

図9 マンハッタン近似距離を用いたボロノイ領域の表現

ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察

【定義2】 得られたボロノイ図の各領域から、建物等の障害物は**デッド領域** (dead region) と呼び、それ以外の移動できるスペースは**活性領域** (live region) と呼ぶ。

【定義3】 デッド領域に出入りする人は、その人数に応じて、デッド領域のウェイト (weight) を与え、これを**Dウェイト**と呼ぶ。

図7～図9に示すボロノイ分割シミュレーションと、上の定義から、次のステップ示される看板の設置場所の決定アルゴリズムが得られる。これは、その地域にこれから複数の看板を設置するときの最適配置にも適用される。

【設置場所決定の基本アルゴリズム】

ステップ1：看板の設置しようとする地域に存在する看板をボロノイ点として、ボロノイ図を作成する。

ステップ2：得られたボロノイ図の各領域から、デッド領域を除外し、それに対応する建物は多数の人が出入りする施設とすることで、重みを付けた“重視点”とみなして、群集に加えることができる。ただし、群集とは人が多く群がり集まること、また、その集まった人々を意味する。

ステップ3：各ボロノイ領域において、デッド領域を除外した活性領域における人の流れから、群集の流れの多い場所に設置されているか否か調べる。

ステップ4：ステップ3において、もし、あるボロノイ領域における看板設置地点の人の流れ（群集量）が他の領域より少なく、効果的な位置ではない場合は、そのボロノイ領域の近隣を見直して、修正ボロノイ図を作成する。

ステップ5：上記のステップ4までを実行した結果、満足のいく結果が得られない場合は、ステップ1に戻り、全体の看板の設置位置を見直したボロノイ図を作成する。以下同様のステップを繰り返す。

8. 隙間への看板の最適配置

看板をどの場所に設置するかという問題は、その看板が示す店（施設）と同時に考えることが、両者の最適配置につながる。ここでは、隙間（看板や施設が設置されていない地域）への看板と施設の最適配置のための基本的な方法について考える。

平面上に指定された n 個の点の集合を $S = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ とする。 S に属する点を内部に一つも含まない円（円周上に S の点はあってもよい）のことを、 S に関する空円 (empty circle) という。図10に示すように、 T を境界も含む平面上の凸な多角形領域とする。このとき、 T は S を含むか否かは問わない。ここでの問題は、 S に関する空円で、凸領域 T 内に中心を持ち、半径が最大のもの（最大空円）を求めることである。

例えば、 S が地図上の看板の設置位置を表すときには、最大空円の中心は、既存の看板設置位置から最も遠い T 内の点である。この点は、設置看板と遭遇する T 内の住民から見れば、その看板に出会う機会が最も少ない場所を表し、新しく看板を T 内に設置したいと思っている経営者（店主）から見れば、

図10 最大空円の例（ボロノイ点○印は空円の中心）

住民が看板に接する機会を増やすために配慮しなければならない場所であると考えることができる。

S が地図上の歯科医院の位置を表すときには、最大空円の中心は、 T 内の住人で歯科医院を利用することが最も不便な人の位置であり、新しい歯科医院を作るときに最も配慮しなければならない場所でもある。このように最大空円は、施設の最適配置問題を考える上で重要な概念であるから、ここでは、この概念を用いて看板と施設の最適配置について考察する。

さて、凸領域 T には複数の空円が存在し、その中の最大のものが最大空円となる。図10に示すように、 S を母点集合とするボロノイ図において、ボロノイ辺は2個の母点から等しい距離にあり、また、ボロノイ点は3個の母点から等しい距離にあることがわかる。このような最大空円は、次の3つの場合が考えられる [2]。

- (1) S に属する少なくとも3点が空円の円周上にある場合（例えば、図11の C_1 ）。
- (2) S に属する少なくとも2点が空円の円周上にあり、その空円の中心が凸領域 T の境界辺上にある場合（例えば、図11の C_2 ）。
- (3) S に属する少なくとも1点が空円の円周上にあり、その空円の中心が凸領域 T の頂点にある場合（例えば、図11の C_3 ）。

本稿では、看板の設置場所あるいは施設の設置場所を考察しているので、基本的には、凸領域 T は十分に広い領域を考

図11 空円が最大となる3つの場合（3つの空円 C_1, C_2, C_3 の半径は同一）

えているものと仮定すれば、図11において空円 C_1 の場合だけを考えればよいことが分かる。

以上のことから、隙間への看板（あるいは施設）の最適配置に関しては、図12に示す三層のボロノイ図をもとにして次のような配置アルゴリズムを得ることができる。

【隙間への看板の配置基本アルゴリズム】

ステップ1：看板の設置を考えている地域において、既存する看板を母点とするボロノイ図を作成する（図12(a)）。

ステップ2：ステップ1で作成されたボロノイ図から、最大空円を求め、それが地域性を考慮した看板設置の条件に合致していれば、その点を母点とする新たな修正ボロノイ図を作成する（図12(b)）。

ステップ3：各施設（例えば、歯科医院やレストラン等）を母点とするボロノイ図を作成する。このとき、ステップ2で作成した修正ボロノイ図との比較を行う。

ステップ4：新たな母点（看板）を追加したことによる効果が見込まれない場合（つまり、人の流れと看板の位置関係が不整合）は、ステップ2に戻って、別の最大空円（あるいは、次に大きな空円）の中心を母点とする修正ボロノイ図を作成する。

この時点で、人の流れと看板の位置関係が整合していれば、ステップ5へ。

ステップ5：7.2で示した「設置場所決定の基本アルゴリズム」により設置要件を満たしていて、かつ看板から当該施設へのアプローチのしやすさ等を満たしていれば、その看板は妥当な場所に設置されたものとする（図12(c)）。

以上のことから、最大空円から隙間への新看板の設置方法と、さらにその目的地へアプローチするための基本的なアルゴリズムは妥当なものであることが示された。

図12 最大空円から隙間への看板設置と施設の関係図

9. むすびと今後の課題

本稿では、野立て看板の最適配置のために、ボロノイ図を用いて基礎的な考察を行った結果、次のことが示された。

まず、地図上での看板と目的地（施設等）のボロノイ図の解釈を与えた。そして、看板のなわばりの概念を定義して、ボロノイ領域を与えるボロノイ辺は、現実的なマンハッタン距離を適用して、ボロノイ分割の手順から、看板配置のボロノイ領域への分割例を示し、設置場所決定の基本アルゴリズムを与えた。

現実的な応用の1つとして、看板を設置あるいは増設するときの、隙間への基礎的配置アルゴリズムも示した。

今後に残る当面の課題としては、看板製作と配置の現場サイドに焦点を当てた考察から、特に、本稿で提案した看板配置の基礎的アルゴリズムを現場に適用するための現実的な改善アルゴリズムが求められている。それについては、今後逐次報告していく予定である。

また、都市計画や建築設計の安全性や快適性等を評価するときに必要な群集 (large group of people) の効果 [4] を取り入れて、看板の最適配置場所を考えることも興味ある課題であろう。本稿での提案手法に群集の効果を取り入れることは、看板配置に新たな道を拓くものと思われる。

さらに、ボロノイ図は、いわゆるある種の「なわばり」理論であるから、本稿で提案した方法は、「看板のなわばりモデル」として今後の発展が期待できるであろう。

参 考 文 献

- [1] 小山雅明, 高橋由樹, 椎塚久雄: ファジィ積分による看板の評価—看板の属性値が示すファジィ測度の単調性—, 日本感性工学会論文誌, Vol.13, No.1, pp.155-162, 2014.
- [2] 杉原厚吉: なわばりの数理モデル—ボロノイ図からの数理工学入門—, 共立出版, 2009.
- [3] 山崎康行, 宮野英次: 最小マンハッタンネットワーク問題の近似について, 数理解析研究所講究録, 第1649巻, pp.210-216, 2009.
- [4] 猪鹿倉貴史, 清水剛, 石橋良太, 児島晃: パーソナルスペースを考慮した群集挙動モデリング—ハイブリッドシステム表現に基づくアプローチ—, システム制御情報学会論文誌, Vol.26, No.10, pp.345-354, 2013.

ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察

小山 雅明 (正会員)

アイワ広告株式会社 代表取締役社長。コピーライター、マーケティング・プランナーを経て、1984年アイワ広告(株)を設立。「通行人の心理を誘導する」看板に特化した独自の集客看板ノウハウで、大手外食チェーンなど数多くの店舗をV字回復に導いている。その理論とノウハウをまとめた著書多数。

高橋 由樹 (正会員)

2005年3月 横浜市立大学理学部大学院総合理学科修了。2007年3月 千葉大学工学部意匠系デザイン科卒業。この間、色対比・明度対比の心理物理学的研究、電子ペーパーの視認性評価の研究に従事。2007年4月アイワ広告入社。現在、アイワ広告株式会社にてデザイン部チーフプロデューサーを務める。年間80店舗以上の集客看板デザインを担当。実務と同時に、看板による集客理論の研究を行う。

椎塚 久雄 (正会員)

株式会社 椎塚感性工学研究所代表取締役。一般財団法人ファジィシステム研究所特別研究員。工学院大学名誉教授。工学博士。日本感性工学会前会長。これまでの主な研究歴：回路構成論、グラフ理論、ペトリネット、システムシミュレーション、ファジィ理論、ソフトコンピューティング、感性工学等に関する研究に従事。現在は主に、高齢者の感性コミュニケーション、感性デザインイノベーションを中心とした研究に関心を持っている。主な学会役職歴：1990～1992年 国際システムダイナミックス学会日本支部理事。1995～1997年 日本ファジィ学会理事。1997～2001年 日本ファジィ学会評議員。1999年～日本感性工学会理事。2001～2003年 日本ファジィ学会副会長。2002～2003年 電子情報通信学会コンカレント工学研究専門委員会委員長。2007年9月～2013年9月 日本感性工学会会長（3期連続）。2013年～Chair of ISASE (International Society of Affective Science and Engineering)、現在に至る。