伝統的建造物群保存地区におけるモデル住宅を対象としたゾーニング型室配置システムの開発 —コンピュータを用いたグリッドシステムの開発 その2—

A COMPUTER SYSTEM TO PRODUCE ZONING PATTERNS OF A MODEL HOUSE IN PRESERVATION DISTRICTS FOR GROUPS OF HISTORIC BUILDINGS

—Development of Grid-System using computer Part 2—

櫻井一弥 —*1 マリン カトフ —*2
野村希晶 —*3 伊藤邦明 —*4
大沼正寛 —*5 石川慎治 —*6
斎藤 暁 —*7

Kazuya SAKURAI —*1 Marin KATOV —*2
Noriaki NOMURA —*3 Kuniaki ITO —*4
Masahiro ONUMA —*5 Shinji ISHIKAWA —*6
Akira SAITO —*7

キーワード:

伝統的建造物群保存地区, モデル住宅, 連結型モデル, ゾーニング型グリッドシステム

Keywords:

Preservation districts for groups of historic buildings, A model house, Connective model, Grid-System for zoning

A computer system to produce zoning patterns of a model house in preservation districts for groups of historic buildings in Kanegasaki, Iwate pref. has been developed (Grid-System for zoning). We have been surveyed and researched Jonai-Suwakoji district from 1996, and the results are used in order to compose conditions with which the Grid-System automatically produces the zoning patterns of a model house. An algorithm based on stepwise moving grid has been applied. Some simulated results by using the Grid-System for zoning has been demonstrated.

1. はじめに

コンピュータを用いて室配置パターン(以下配列)を自動生成しようとする研究は、1960年代から盛んに行われ、コンピュータ技術の発展とともに優れた成果を上げてきた^{文1,文2)}など。特に近年では、生物の進化プロセスをモデルにした遺伝的アルゴリズムの考え方を適用し、ある評価関数に関して成績の優秀な配列を、広範な検索空間の中から短時間に効率よく求める試みなどがなされている^{文3~6)}。

一方で、配列の自動生成を取り扱ったこれまでの研究は、主として建物内部の室配置を問題にしているものが多く、敷地構内に確保すべき諸要素(駐車場やアプローチ路、庭など)の配置と、建物内の各室の配置を同時に取り扱ったものは少ない^{文7)}。

筆者らは、前稿^{文7)}において、特定郵便局を対象として開発した部門配置プログラム(グリッドシステム)について報告した。このシステムは、敷地周辺の状況を判断し、それに対応した機能的な配列を生成するものだが、敷地構内に配置すべき要素が比較的少ないということもあって、建物内の部門配置と敷地構内の要素配置を連続的に行っていた。しかし、敷地構内への諸要素の配置が、建物内の室配置と同様に非常に重要な意味を持つような場合は、それぞれを段階的に生成できるようなシステムの構築が求められる。

そのような計画が要求される事案として、本稿では、伝統的建造物群保存地区(以下伝建地区)内において今後の新築・改築の際にモデルとなる住宅を取り上げている。岩手県金ヶ崎町の伝建地区内モデル住宅を対象として、上記のような観点から開発した室配置システム(以下ゾーニング型グリッドシステム)について報告することが本稿の目的である。

2. 本研究の位置付け

一般に室配置問題では、配置する室数が多くなればなるほどその配列数は膨大なものとなるため、その全てを評価しユーザに提示することは不可能であると言ってよい^{文2)}。従って、ある評価軸に沿って個々の配列の性質を評価した場合、成績が良くない配列を、早い段階でいかに効率的に棄却していくかが重要となる^{文3)}。

本研究では、上記の課題に対して、1) 敷地構内への諸要素の配置と、2) 建物内の各室の配置を分け、段階的に絞り込みながら適切な配列を生成するという手法を用いている。これら2つの段階をそれぞれ「ゾーニング^{文4)}」と「室配置」と呼び、ゾーニングの段階で生成されるパターンを、室配置パターンを示す「配列」と区別して「ゾーニング配列」と呼ぶこととする。

平面上に室を配置していく場合、室配置の方法としては、建物の外形を表した所与の矩形を分割していく「分割型」と、大きさの異なる室群を互いに組み合わせながら全体を構成していく「連結型」がある。また空間表示の方法としては、室を分割不可能な矩形の最小単位として扱い、その頂点の座標で位置を表す「座標系」と、敷地全体を正方形の単位格子(=グリッド)に分割し、そのグリッドの集合体として室を表す「格子系」がある。

ゾーニング型グリッドシステムは、上記のうち格子系による連結型の手法を用いて配列を生成する。格子系を採用する理由は、1) 室移動の軌跡が明確であること、2) 敷地構内・建物内の領域属性を把握しやすいことなどである。また、最終的な建物の外形は特に矩形である必要はないため、矩形を分割していく分割型ではなく、ある大きさを持った室を繋いでいく連結型の手法を採用している。

*1 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 助手・工修
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06)

*2 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 助手・工博

*3 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 助教授・工博

*4 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 教授・工博

*5 東北文化学園大学科学技術学部環境計画工学科 助手・工修

*6 東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 大学院生・工修

*7 東北大学工学部建築学科 学生

*1 Research Assoc., Graduate School of Architecture, Tohoku University, M. Eng.

*2 Research Assoc., Graduate School of Architecture, Tohoku University, Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Graduate School of Architecture, Tohoku University, Dr. Eng.

*4 Prof., Graduate School of Architecture, Tohoku University, Dr. Eng.

*5 Research Assoc., Dept. of Environmental Planning Technology, Faculty of Science and Technology, Tohoku Bunka Gakuen University, M. Eng.

*6 Graduate Student, Graduate School of Architecture, Tohoku University, M. Eng.

*7 Under Graduate Student, Dept. of Architecture, Tohoku University

3. ゾーニング型グリッドシステム開発の経緯

ここでは、ゾーニング型グリッドシステムで生成対象とする伝建地区モデル住宅の概要と、システム開発の経緯について述べる。

3. 1. 金ヶ崎町城内諏訪小路伝建地区の概要と保存計画

岩手県金ヶ崎町は、北上市と水沢市の中間に位置する人口約16,000人の町である。城内諏訪小路地区（以下当該地区）には、仙台藩金ヶ崎要害が置かれ、その城下町は、北上川と陸羽街道に挟まれた武家地、陸羽街道沿いの町人地、その町頭・町尻に配置された足軽屋敷群から構成されていた（写真1）。

当該地区に対して行われた建築物・町並み調査^{文8)}、樹木・庭園調査^{文9)}等を踏まえ、平成8年、筆者らは伝統的建造物群保存対策調査に参画し、将来的な保存・修景の方向付けに力点を置いて地区の分析や保存方策の提言を行った^{文10)}。これらの調査・研究の結果、当該地区は、地割や屋敷構成など、藩政期の武家地の風情が色濃く残っていることから、平成12年9月に伝建地区に指定、翌年6月に国の重要伝統的建造物群保存地区に選定された。

保存対策調査以降、地区住民との討論や歴史的評価を重ねていく中で、その討議内容が保存計画^{文11)}という形で反映されることとなった（保存計画の詳細については拙稿^{文12)}を参照されたい）。保存計画の基調は「近世武家住宅の町並みを核とする歴史的風致と現代における住環境の融合を図った保存・整備を行い、町民の生活および地域文化の向上に資すること」としている。つまり町並みを観光資源として活用するのではなく、現代的な優れた住環境を実現しながら、地区全体として歴史的風致を保持していこうとするものである。そのために筆者らが重要視したのは、住宅主屋を中心とする建物の配置である。なぜなら、主屋の保存物件が比較的少ない当該地区にあっては、保存物件以外の住宅の在り方が地区景観を決定すると思われるからである。主屋の配置原則を伝統的な空間形成要因に掲げ、これを保存物件以外の住宅主屋に踏襲させようと考えた。

写真1 城内諏訪小路伝建地区の航空写真

図1 伝建地区モデル住宅の例（文13より）

3. 2. 伝建地区モデル住宅提案の経緯

保存計画の策定とほぼ平行して、今後地区内における住宅の新築・改築時に指針となるような、モデル住宅の提案が求められた。

筆者らは、平成13年3月に「金ヶ崎町伝建地区住宅デザインガイド2001」^{文13)}を作成し、伝建地区内の新築モデル住宅をいくつか提案している。これらの住宅は、現代的な機能を持ちつつ、当該地区における主屋配置と間取りの原則を踏襲し、地区の一体的な歴史的景観と優れた住環境を保持することを意図して計画された（図1）。

ゾーニング型グリッドシステムは、上記のデザインガイドによって示された複数の住宅のパターンを、よりシステマティックに生成し、かつ可能性の幅を広げることを目的に開発されたものである。

3. 3. 伝建地区モデル住宅の敷地利用と平面構成

当該地区における藩政期の伝統的な屋敷は、敷地の一边または二辺が小路に面している（図2）。屋敷構えとしては、小路際を生垣で囲い、小路から敷地内にアプローチ路を設けるが、年代の古いものは奥を見通せないよう鉤型かL字型のアプローチ路となっている。敷地の北側か西側、またはその両方に、冬季に吹く北西からの季節風を防ぐように「エグネ」と呼ばれる防風林が植樹される。主屋と小路の間を主庭とし、主屋前面には前庭および「ロージ」と称される露地庭を設けている。さらに、主屋の反対側の部分や敷地の最奥部には畑などが広がっている。敷地のヒエラルキーとしては、主君の通る小路や城館の方角が上位となり、それより奥にいくに従って下位となる。主屋内部は、敷地のヒエラルキーに合わせる形で上位が決定され、最上位に座敷と奥座敷、下位に台所などが配される。

伝建地区モデル住宅（以下モデル住宅）は、こうした伝統的な敷地利用と平面構成の基本を踏まえながら、現代的な生活を可能とするために、以下のような条件を満足するものとしている。

- ・敷地の一边が道路（小路）に面している場合は、その方角が上位となるが、二辺が道路に面している角地の場合は、いずれかの道路が上位となる。かつては、前述のように城館の方角が上位となっていた場合もあったが、既に城館が存在しない現代においてはそうした法則性は特に考慮する必要はないと考えられる。従って、敷地に対して上位となる前面道路を一義的に決定することができ、そこから敷地のヒエラルキーが自動的に設定される。
- ・地区の一体的な歴史的景観を構成するための敷地構内の屋外要素として、主庭、ロージ、エグネならびに畑を確保するものとし、さらに現代的な生活に必要な要素として駐車場を配置する。前面道路からのアプローチ路は、自動車の通行を考慮し鉤型やL字型とせず、まっすぐに自動車が進入できる形態とする。諸要素の配置を検討する段階では、生垣は特に考慮しない。

図2 当該地区の伝統的な敷地利用と主屋の間取り（文8より）

- ・室内空間については、座敷を最上位のロージ側、奥座敷を同じく最上位で座敷に接するように配置し、続き間として利用できるようにする。当該地区では、冠婚葬祭の催事がこれらの続き間で行われることが多いことがその主な理由である。それ以外の室は、住み手の必要に応じて適宜設定するものとするが、プライベートな室ほど下位に配置する。

これらの条件は、図3で示したような道路に面した敷地の場合に適用できるものである。しかし、実際にはこうした敷地は相続などで分割されている場合が少なくない。そこで、道路に面した敷地が、前面道路に対して前後に分割されている場合を考える(図4)。もともとの敷地の前面道路が南側であった場合、その敷地の東端か西端に、分割された奥の敷地に通ずる道路を設けることが一般的であると考えられる。こうしたことから、分割された敷地の北東端、北西端、南東端、南西端のいずれかに道路が接するものとし、その道路の方角を上位として設定する(こうした敷地を、ここではその形状から「旗竿型敷地」と呼ぶ)。敷地構内には、道路に面した敷地の場合と同様に主庭、ロージ、畑を配するが、敷地が狭小となるためエグネは設けない。その他の条件は同様とする。

図3 道路に面した敷地におけるモデル住宅の平面構成

図4 旗竿型敷地におけるモデル住宅の平面構成

4. 前提条件の整理

4. 1. システムの前提条件

システムの実装に当たり、以下のような前提条件を設定した。

- ・敷地平面を正方形のグリッドに分割し、敷地構内の各要素並びに建物(以下主屋)内の各室をグリッドの集合体として表す。当該地区の伝統的な主屋は半間955mm、一間1,910mmの明確なモジュールで構成されていることから、グリッドの大きさは955mm×955mmとする。一畳は955×1,910mm、即ち2グリッドである。
- ・システムを単純化するためモデル住宅は平屋建てとする。
- ・ゾーニングによって主屋のおおよその外形が示され、その内部に納まるように、各室を連結させながら配置していく。各室は互いに重ならないものとする。
- ・連結型の室配置の場合、室間に属性の定まらない空隙が生じる可能性があるが、本システムは最終的な住宅プランを作成するというよりも、設計の初期段階における発想支援を目的としているため、多少の空隙は特に問題としない。
- ・各室はふすままで仕切れられ、必要な時には続き間として利用されることを前提とするため、廊下スペースは特に扱わない。
- ・各室間の関係は、図5に示す室間親近度によって関係づけられる。2室間の親近度が大きいほどそれらの室は近くに配置されることが望ましい。親近度10は隣接する必要があることを表す。

- ・各室の形状は矩形とする。使い勝手を考慮し、縦横の辺長比は1:2を越えないものとする。ユーザに各室の面積を畳数で指定してもらうが(図5)、その畳数を満足する矩形が上記の範囲内に存在しない場合もある(7畳など)。そこで、指定された畳数の±15%の範囲から、上記辺長比を満たす矩形を0.5畳おきに全て検索する。例えばある室の畳数が7畳と指定された場合、検索される畳数は6畳、7畳半、8畳で、室形状としては3×4、4×3、3×5、5×3、4×4(横×縦のグリッド数)の5通りとなる。
- ・建物内の各室は、計算を進める上ではグリッドの集合体として構成される矩形となっているが、室Sが主屋平面内にうまく納まり、メモリ上に記憶される際には、室Sの外形を示す矩形のグリッド座標値(xmins, ymins)と(xmaxs, ymaxs)のみを記憶し、メモリの節約を図ることとする。

4. 2. 入力条件の設定

上記の検討を踏まえ、ユーザによって入力される条件を表1のように設定した。入力とは全てGUIベースのダイアログとして設計した。図6は旗竿型敷地の境界条件を設定するダイアログの例である。敷地に接する道路が8つの方角のうちどこにあるかを選択するようになっている。

室名	畳数	座敷	奥座	座間	台所	玄関	納戸	浴室	脱衣所	土間
座敷	6	10	8	9	5	4	2	2	0	0
奥座	8	10	5	7	4	3	0	0	0	0
座間	6	8	5	9	10	2	2	0	0	0
台所	8	9	7	9	8	6	7	6	0	3
玄関	5	5	4	10	6	2	5	4	0	2
納戸	2	4	3	2	6	2	0	0	0	1
浴室	6	2	0	2	7	5	0	5	0	0
脱衣所	6	2	0	2	6	4	0	5	0	0
土間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
座敷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
奥座	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
座間	4	0	0	3	2	1	0	0	0	0
台所	2	0	0	0	2	2	0	3	3	0
玄関	2	0	0	0	3	2	0	4	4	0
納戸	1	1	1	1	4	3	2	4	4	0
浴室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
脱衣所	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
土間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図5 各室間親近度と各室の畳数を設定するダイアログ

表1 ユーザによる入力条件一覧

入力用ダイアログ	入力条件	入力方式
敷地条件設定ダイアログ	敷地幅の長さ 敷地奥行きの長さ 駐車場台数	10~100mの範囲内で数値入力 0~3台の中から選択
境界条件設定ダイアログ	道路に面した敷地 旗竿型敷地	上位となる道路、上位とならない道路、敷地の中から一つ選択 南東、南西、西南、西北、北西、北東、東北、東南のいずれに道路が接しているかを選択
各室条件設定ダイアログ	各室の面積と親近度	各室の畳数(0~20)と親近度(0~10)の数値入力

図6 旗竿型敷地の境界条件を設定するダイアログ

5. システムのアルゴリズム

5. 1. 全体構成

表2に、本システムにおいて配置する諸要素並びに室群を示した。

まず、入力値に基づいてゾーニングを行い、取りうる全てのゾーニング配列をユーザに提示する。その中から、ユーザが妥当だと考えるものを選択してもらい、そのゾーニング配列で示された主屋形状の中に収まるように各室を配置していくというのがシステムの基本的な考え方である(次頁図7)。

表2 配置する要素・室群

配置する場所	配置する要素
敷地に面した敷地	旗竿型敷地
敷地構内に配置する要素	エグネ 主座 主庭 ロージ アプローチ路 駐車場
主屋内に配置する室群	座敷、奥座敷、食堂、台所、玄関、浴室1、浴室2、浴室3、個室、納戸、浴室、脱衣所、便所、土間 (以上15室、配置する必要のない室は畳数0を指定)

ゾーニングの段階では、横幅と奥行きから規定される敷地を955mm×955mmのグリッド状の平面に分割し、各グリッドをI軸並びにJ軸方向の位置を用いてGrid[I][J] ($1 \leq I \leq X, 1 \leq J \leq Y$) として表す(図8)。これらのグリッドに、表2中の敷地構内に配置する要素のいずれかを属性として与え、ゾーニング配列を生成する。

ユーザがその中からあるゾーニング配列を選択した時点で、主屋を構成するグリッドをGrid[i][j] ($1 \leq i \leq x, 1 \leq j \leq y$) と定義直し(図8)、主屋内に配置する室群のいずれかを属性として与える。

以降、各段階の諸要素配置並びに室配置の概要について述べる。

5. 2. 敷地構内でのゾーニング

図9は、以下の2通りの条件でシステムを実行した際に生成されるゾーニング配列の一部を表示したものである。各室の量数並びに親近度は図5の条件と同一である。以下、図9で示した結果をもとにゾーニング段階における諸要素配置の考え方について説明する。

1) 道路に面した敷地の場合(図中配列1~15)

敷地横幅30m、奥行き40m、駐車2台とし、南側に上位となる道路が面するという条件で実行した。道路に面した敷地における伝統的な主屋の配置は、北西からの季節風を防ぐために、敷地西側または北側のエグネに寄せて配置するというものである(配列1~10)。本システムでは、現代的なその他の要因が種々考えられることから、上記のような配置だけではなく、エグネの反対側に主屋が配置されるパターンも生成対象とした(配列11~15)。

・上位となる前面道路が敷地の北または南に面する場合は敷地西端に、東または西に面する場合は敷地北端に、幅2間(4グリッド)

のエグネを設けるものとした。

- ・主屋の形状は、住宅としての使い勝手などを考慮して縦横の辺長比が1:3を越えない矩形とし、その面積は、図5に示す「各室条件の設定」ダイアログで入力された各室量数の合計面積を基準として、そこから+30%の範囲までを検索するように設計した。
- ・主庭の横幅は主屋の横幅と同じとし、奥行きは敷地境界線から6グリッド分を確保することとした。これは、地区の一体的な景観を保持するために壁面線を5m後退させることとした保存計画の主旨を反映させたものである^{文11, 12)}。
- ・ロージは主屋とアプローチ路の間に1間(2グリッド)の幅を確保して配置するものとした。奥行きは主屋の奥行きの半分である。
- ・アプローチ路は、前面道路に直角に、主屋の奥まで到達できるように確保した。幅は自動車を通れる幅として2グリッドとした。
- ・駐車場は、前面道路からの景観を壊さないよう、主屋の奥にアプローチ路に直交するように配置することとした。

2) 旗竿型敷地の場合(図中配列16~25)

敷地横幅25m、奥行き25m、駐車2台とし、敷地南東側に道路が接しているという条件である。こうした敷地の場合、敷地内アプローチ路を道路に接続させる必要がある。従って、敷地の有効利用という観点から、主屋はアプローチ路がある方角とは反対側に寄せて配置することが望ましいと考えた。主屋形状、主庭の配置、ロージの配置は1)の場合と同様である。駐車場に関しては、敷地が比較的狭い場合が多いこと、前面道路からの景観には関係しないことなどから、主屋の奥の部分ではなくその脇に確保することとした。

図7 システムのフローチャート

図8 グリッド分割の例

図9 生成されたゾーニング配列の例

5. 3. 各室の配置

前項で示したようにゾーニング配列が生成されるが、その中からいずれかを選択し、そのゾーニング配列の上部に表示されているボタンを押すと、そこで示された主屋形状に合わせて室配置を行う。本システムでは、全部で15室の配置が可能となっているが、敷地の条件から一義的にその位置を決定できる座敷・奥座敷と、その他の室に関しては配置のアルゴリズムが異なる。以下、その2つに分けて室配置アルゴリズムを説明する。

5. 3. 1. 座敷・奥座敷の配置

座敷は、敷地条件によって規定される主屋の最上位に、ロージに面するように配置される。システムによって検索された座敷の矩形パターンを全て配置し終わると、そのそれぞれの配列に対して奥座敷を配置していく。奥座敷は、座敷に接しかつ主庭に面するように配置するため、結果的にこれら2つの室は上位方向に対して並んで配置されることとなる。この2室間の親近度は10で固定としている。奥座敷に対しても、座敷と同様全ての矩形パターンを順次配置し、生成された全ての配列をメモリ上に記憶する。なお、これら2室と主庭の間には縁側が設置されることが多いことから、本システムでもその位置に1グリッドの幅を持った縁側を確保している。図10は、主屋形状が横7グリッド、縦16グリッドのゾーニング配列を選択し、座敷6畳、奥座敷8畳とした場合に生成される5通りの配列全てを示したものである。

図10 座敷・奥座敷の配置

5. 3. 2. その他の室の配置

既に $r-1$ 個($3 \leq r \leq 15$)の室が配置された配列が生成されているものとし、 r 番目に配置しようとする室を S_r とする(S_1 は座敷、 S_2 は奥座敷を指す)。室 S_r は、まだ配置されていない室 S_m ($r \leq m \leq 15-(r-1)$)のうち、既に配置されている $r-1$ 個の各室 S_n ($1 \leq n \leq r-1$)に対する親近度の総和 C_m が最大となる室を選択するものとする。ここで、室 S_m と S_n の親近度を c_{mn} ($0 \leq c_{mn} \leq 10$)とすると、

$$C_m = \sum_{n=1}^{r-1} c_{mn} \quad (r \leq m \leq 15-(r-1)) \quad \dots (1)$$

上記のようにして決定された室 S_r を、既に生成されている配列の室群に隣接するように配置していく。 i, j のグリッド座標値が最も小さい位置より配置の検討を始め、 j 方向、 i 方向の順に1グリッドずつずらしながら S_r がうまく納まるか検討していく。システムのはじめの段階で、室 S_r の取りうる矩形パターンが幾通りか検出されたとすると、それらの全てのパターンについて配置の検討を行う。

図11は、上記の手続きを示したものである。室 S_r のある矩形パターンの i, j 方向のグリッド数を

$$i_{Sr}[k], j_{Sr}[k] \quad (1 \leq k \leq p: p \text{ は } S_r \text{ の矩形パターン数})$$

とする。 S_r を配置する際に基準となる、既に配置された室群から構成される矩形領域を H とすると、 H は i, j 方向の4つのグリッド座標値 $Hi^{max}, Hi^{min}, Hj^{max}, Hj^{min}$ で表される。室 S_r はまず始めに

$$Hi^{min} - i_{Sr}[k] \leq i \leq Hi^{max} - 1, \quad Hj^{min} - j_{Sr}[k] \leq j \leq Hj^{max} - 1$$

の範囲に配置され、納まっているかどうか判断される(図の場合は主屋平面からはみ出し、納まっていない)。次に、上記で確保した矩形領域を順次 j の正方向に1グリッドずつずらし、

$$Hi^{min} - i_{Sr}[k] \leq i \leq Hi^{max} - 1, \quad Hj^{max} + 1 \leq j \leq Hj^{max} + j_{Sr}[k]$$

の領域まで移動する。この際、配置されている室群に隣接する場合のみ有効となる。 j 方向の移動が終了すると、次に i の正方向に1グリッドずらし、再び j 方向の移動を開始する。即ち室 S_r は $Hi^{min} - i_{Sr}[k] \leq i \leq Hi^{max} + i_{Sr}[k]$ 、 $Hj^{min} - j_{Sr}[k] \leq j \leq Hj^{max} + j_{Sr}[k]$ の範囲内を、室群に接するように移動することとなり、実際に有効な配列が得られる場合の S_r の移動範囲は図中網掛けで示された部分となる。

上記の手続きを、室面積が0でない全ての室について行い、配列を生成していく。

図11 その他の室の配置の手順

5. 3. 3. 配列の適格条件

生成された配列に対して以下の評価を行い、適格かどうかを判断する。適格と判断された配列のみメモリ上に記憶され、不適格と判断された配列はその時点で棄却される。

1) 親近度による評価 (図12)

既に配置されている室群との親近度に照らし合わせ、以下の条件を満たす配列のみ適格とする。親近度10の室同士は隣接していなければならない。それ以外の場合は、親近度の数値に応じた距離の範囲内に配置されている必要がある。9の場合は1グリッドまで離れていても良いこととし、以下同様に8の場合は2グリッド、7の場合は3グリッドとする。0の場合は、親近度による距離の評価は行わない。

2) 玄関位置による評価 (図13)

アプローチ路から玄関にアクセスが可能な場合のみ適格とする。

3) 配列評価値 Q による評価

各配列の優劣を決定するための評価値 Q として、各室間の親近度と各室の中心間距離の積の総和を用いている^{注5)}。即ち、親近度が c_{mn} である室 S_m と S_n の中心間距離を d_{mn} とすると、

$$Q = \sum_m \sum_n c_{mn} \cdot d_{mn} \quad \dots (2)$$

室 S は2つのグリッド座標値($xmins, ymins$)と($xmaxs, ymaxs$)で表さ

図12 親近度による評価

図13 玄関位置による評価

れているから、その数値を用いて室 S_m の中心の座標値(x'_m, y'_m)を表すと $x'_m = (x_{maxS_m} + x_{minS_m})/2$, $y'_m = (y_{maxS_m} + y_{minS_m})/2$ で、従って

$$d_{mn} = \sqrt{(x'_m - x'_n)^2 + (y'_m - y'_n)^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

各室の配置が終了した時点で、評価値 Q による検定を行い、成績の優秀な配列、即ち Q が小さい配列から順番に一定の数（ここでは10,000としている）だけメモリに記憶し、そこで記憶された配列に対して次の室の配置を行う。

6. システムの有用性に関する考察

図15に、システムによって生成されたゾーニング配列の例を示す。(1)では、生成にかかった時間は3秒、生成されたゾーニング配列数は80通りであり、(2)では同じく1秒、ゾーニング配列数は22通りであった^{注6)}。

図16は、図15のそれぞれの配列を選択した場合に生成される配列の一部とそこから考えられるモデル住宅の平面図を示している。生成にかかった時間と配列数は、(1)がそれぞれ2,313秒と3,848通り、(2)が2,222秒と2,079通りである。配列の番号は、 Q 値が小さい方から順に割り振っているが、 Q 値による評価が優秀な配列ほどモデル住宅の平面として最適であるということを意味するものではなく、 Q 値はあくまで配列評価の一評価軸に過ぎない。従って、ユーザは Q 値を参考として、生成された配列群の中から妥当であると考えられる配列を選択し、そこから平面を作成する必要がある。今後は Q 値以外の評価軸も設定し配列選択の方法を改善していく必要があるが、現段階において、設計の初期段階における発想支援を目的としたシステムとしては現実的な配列が生成されており、モデル住宅の平面を考える上で有効なものであると考えることができる。

図15 ゾーニング配列

図16 図15のゾーニング配列より生成される配列の例

7. まとめ

伝建地区におけるモデル住宅を対象としたゾーニング型グリッドシステムの開発経緯について報告した。本システムの成果としては、以下のようなことが挙げられる。

- 1) 敷地の状況を判断し、それに対応して諸要素を敷地構内に配置する、ゾーニングを行えること。
- 2) 諸要素並びに室群の配置を、ゾーニングと室配置という2つの段階に分けることにより、段階的に絞り込みながら効率的に配列を生成できること。
- 3) 配置計画が重要な伝建地区における住宅の新築・改築において、住宅平面の可能性を客観的に示すシステムを確立できたこと。

謝辞

本システムの開発に当たっては、地区住民の方々へのヒアリングや、ワークショップにおける意見交換の結果等を参考に作業を進めてきました。ご協力頂いた皆さまに、心よりお礼を申し上げます。ありがとうございました。

注

- 注1) 参考文献2の研究では、敷地の特定の場所に固定しておく固定室や直線要素などを加え、敷地条件を考慮した配置計画を可能にしているが、敷地内に確保すべき建物以外の要素の配置に関しては言及していない。
- 注2) 参考文献6において村岡らは、このことを、組合せ困難性と評価計算困難性と呼んでいる。
- 注3) この課題に対する、本研究とは異なった一つのアプローチとして遺伝的アルゴリズムが有効であることが、参考文献3～6で示されている。
- 注4) ゾーニングという言葉は、都市計画における用途地域の指定の際や、建物内部の似通った機能を持つ室群をおおまかに配置する際にも用いられるが、本稿では敷地内に諸要素を配置することを指すものとする。
- 注5) Q 値の設定に当たっては参考文献2を参考にしている。
- 注6) 開発にはC++言語を使用し、コンパイラはCodeWarrior7.0(Metrowerks)、計算機はPower Macintosh G4(Apple,400MHz,448MB)を用いた。

参考文献 (副題略)

- 文1) 太田利彦ほか1名：平面型の電算処理に関する研究，日本建築学会論文報告集，第158号，pp.35～40, 1969
- 文2) 岡崎基幸ほか1名：逐次近似型室配置・通路モデルの研究，日本建築学会論文報告集，第339号，pp.90～100, 1984
- 文3) 岩田伸一郎ほか3名：移動コストを評価関数とした廊下パターンと室配置へのGA適用，日本建築学会計画系論文集，第518号，pp.329～333, 1999
- 文4) 岩田伸一郎ほか3名：移動コストを評価関数とした室配置へのGA適用と発想支援，日本建築学会計画系論文集，第519号，pp.341～347, 1999
- 文5) 村岡直人ほか1名：遺伝的アルゴリズムによる平面形状の最適化と設計ノウハウの獲得，日本建築学会計画系論文集，第497号，pp.111～115, 1997
- 文6) 村岡直人ほか1名：評価規準の学習をとりいれた遺伝的アルゴリズムによる建物形状の最適化，日本建築学会計画系論文集，第514号，pp.141～146, 1998
- 文7) 櫻井一弥ほか6名：特定郵便局を対象とした部門配置パターン生成の自動化に関する研究，日本建築学会技術報告集，第16号，pp.329～334, 2002
- 文8) 佐藤巧著：城下町金ヶ崎町並み調査報告書 - 大町氏家臣団の居住形態，金ヶ崎町教育委員会，1992
- 文9) 澤藤雅也著：金ヶ崎城内地区等庭園・樹木調査報告書，金ヶ崎町教育委員会，1994
- 文10) 伊藤邦明・舛岡和夫ほか著：旧仙台藩要害金ヶ崎 - 城内・諏訪小路地区 - 伝統的建造物群保存対策調査報告書，金ヶ崎町教育委員会，1997
- 文11) 金ヶ崎町城内諏訪小路伝統的建造物群保存地区保存計画，金ヶ崎町教育委員会，2000
- 文12) 大沼正寛ほか9名：金ヶ崎町城内諏訪小路伝統的建造物群保存地区における空間形態の存続を目的とした保存計画，日本建築学会技術報告集，第16号，pp.243～248, 2002
- 文13) 東北大学大学院工学研究科伊藤研究室：金ヶ崎町伝統的建造物群保存地区内模範住宅設計 - 金ヶ崎町伝建地区住宅デザインガイド2001, 2001

[2003年4月17日原稿受理 2003年7月29日採用決定]