

都市情報システム (UIS) について (第一部)

原 野 秀 永

Urban Information System

Hidenaga HARANO

Various kinds of urban information are needed in city planning. Some of them are derived from daily administrative routine and closely connected with local geographical information. Many methods exist for the utilization of such urban information stored in the computers.

In this study, the polygonal method — a formula calling for division of a city into street zones on the basis of the roads and for attributing collected information to each road or street zone — has been adopted. Urban information collected by this method is stored in a large-scale computer in the form of a CODASYL-type data base.

We have developed this system in cooperation with the Ministry of Construction and named it "Urban Information System" (UIS). A test model is currently under construction in the city of Nishinomiya.

§ 1. 都市情報とは何か

都市に関する情報は、次の如く分類される。

1. 人口統計, 生産統計, 商業統計等によって代表される各種統計類。

2. 住民台帳, 各種税務台帳等地方自治体の行政上必要な台帳に含まれる個々の情報。
(この情報は都市情報の原子的存在である)

3. 都市の位置, 標高, 道路の位置等地図に含まれる地理的情報。

4. 施設, 構築物, 遺跡等に関する情報

5. その他, 人情, 風俗等の情報

現在これ等の情報は夫々個々別々に存在し相互に関連づけて処理を行なうことは一般に可成り困難である。しかしこれ等を統合的に計算機内に蓄積し, 必要に応じて検索を行な

うことができれば都市行政の企画、計画管理に対して強力な武器となることは論を待たない。

しかし各種統計情報は都市全境又は可成り広い地域を対象としているために、詳細な企画計画に対して満足な情報を与えないことが多い。企画計画に必要な詳細なデータを各種台帳を基にして作成するには計算機を駆使しても容易でない。(その理由の一つとして企画、計画に必要な情報は非定型的なものが多く処理にその都度プログラムを作成する必要があり、時間と手間がかかることがあげられる)。

従って現実に都市における企画計画に関する情報を集めるとなると、現有の業務中心のデータでは帯に短かし、襷に長しといった状況で、その利用が制限されている。これに対して都市に関する原子的情報によって総合的にデータ集めて、これによって計算内にデータベースを実現化すれば、都市に関する企画、計画に取っては有力な武器となり得る。これを具体化したものが都市情報システム(UIS)である。(このシステムは建設省と共に開発したシステムである)。

§ 2. 計算機による都市情報の表現

1. 台帳を中心とする方式

都市における行政事務の処理は台帳によって行なはれている。現在この台帳を計算機によって処理を行なっている都市は可成りの数にのぼっている。各種業務処理に伴って生ずる情報を計算機内に蓄積し、定期的に統計処理をほどこすことによって統計情報を取り出し、地理的情報は別に地図上に表現する。各種統計情報相互間および地理的情報と統計情報その結びつけは計算機の出力を人力によって処理、結合する方式が取られる。この方式は旧い方式と同様で目新しい点はないが、計算機を利用することにより、統計処理業務は容易になっている。

2. メッシュ法

都市を仮想的な経緯線で分割し、各分割に含まれる統計的情報を含ませる方式である。この方式は国土庁のメッシュ方式を都市に転用したものである。(取扱う情報の種類、又適用する企画、計画の分野、内容によって分割する地域の大きさに差異があるが、都市を対象とすれば国土庁の標準メッシュ(1km四方)では大きすぎる場合が多い。)メッシュに含ませるデータは業務データより転用し、必要な統計処理を行なう方式である。

3. ポリゴナル法

この方式は都市の骨格として街路を取りあげ、(この街路を直線にて近似すると)、道路によって囲まれる街区を近似的に多角形にて表現する。この街路および街区を計算機内に格納し、この中に業務処理によるデータを直接地番をキーとして蓄積する方式である。

§ 3. 上記の三方法の特色と問題点

上記の三方法には夫々に特色と問題点があり、どの方法を都市情報システムの基礎に採用するに際して、夫々の特色と問題点に關して十分に明らかにして置く必要がある。

1) 業務台帳を中心に電算化する方式

日常の業務処理により発生する情報は常時得ることができるという大きな利点がある。しかし日常の業務処理に関するデータだけでは企画、計画業務には不満足であることが多い。これ等の業務が電算機によって処理されている場合に、データのファイルおよび処理のプログラムは定型な日常業務中心に作られて居り、そのまゝ非定型業務の多い企画計画に利用することは絶望に近い。又企画計画業務においてはいくつかの日常業務間に渉る情報を取り扱う必要があり、個々の業務を電算化する現在の方式では、このような要望を満すことはできない。しかし日常業務には企画計画業務に必要な原子的情報を多く含んでいることを考えると、これらの日常業務のた

めのファイルの在り方、取り扱い方が重要な問題となる。その解決法の一つとして日常業務を基本として、これに企画計画に必要と予想されるデータを追加して（このデータは直接日常業務には不必要であるが）全体を統合した一つのデータベースを作り、計算機内に蓄積し、日常業務もこのデータベースを使用して処理を行うと、もに、企画計画に当っては、データベースを利用して日常業務相互間の情報を検索することが可能となる。

しかしこのような大規模なデータベースを用いて日常業務を処理する場合には“牛刀を以て鶏を割く”といったこととなり、日常業務に対する使い勝手がよくないことが考えられる。しかしこれに関してはデータベースの種類を適当に選ぶことによって或る程度解決することができるが問題点はなしとしない。

都市情報で地理的情報は陰に陽に重要な部分を占めるが、この方法は地理的情報に関しては全く無力である。この対策としては地理情報は業務処理を中心としたデータベース以外に地図、図面として整備し、これら地図・図面にコードを付すると、もに、データベースにこのコードを含ませる。必要な情報をデータベースより検索する際地図、図面コードをも同時に出力し、これによって人力で必要な地理情報を得ることが考えられる。更に進んだシステムとして地図、図面をレーザーデスク、マイクロフィルム等に保存し、この装置を計算機と結合することにより必要な地理情報を自動的に検索、出力することができる。

しかしこの方式は図形そのものを図形として表現するだけで、これを数量的に取扱うとなると図面とは別に取扱う必要がある。（たとえばある区域の面積を求めるに当っては出力した図形より人手で頂点の座標を読み取って計算機に入力して面積を求めなければならない。）

この方法は都市情報の原子となる情報を取扱うという点では優れているが、現実デー

タベースを作るに際しては多くの問題点が残されていて、その個々の解決（日常業務情報に附加すべき情報、データベースの形式地図の表現等）すべき点が多い。

2. メッシュ法

この方法は地理的情報を如何にして計算機内で表現するかという点に立って、その中に企画計画に必要な情報を包含させるかより展開した方法の一つである。或る地域を仮想的な面で覆って、その面にコードを付し、その面の中に存在する情報を計算機内に蓄積し、面のコードによって情報を検索し、その中の情報を利用する方式である。メッシュ法は既に国土庁によって標準的手法として、標準メッシュ1 kmメッシュが採用され、全国がこの標準メッシュで覆はれている。（コードの振り方は規定されており地形、道路等に関するメッシュの情報は既にデータ化されている。）

メッシュ法の特徴としては比較的簡単に面を定義し、その面内に含まれる情報を固定することができること、もに複数のメッシュで広域にわたる地理情報およびメッシュ内に含まれる情報を取扱い、特に図上に表現するに適している。計算機内にこれ等の情報を蓄積し、その情報を検索することは容易である。（基本的なメッシュ情報に関しては既に全国に涉って磁気テープに記録済みであるために容易に利用できる態勢にある。）その反面この方法は多くの問題点を抱えて居り、都市情報を入れる器としては問題なしとしない。

問題点としてはメッシュの基本となっている面は仮想的なもので何等実体がなく、従ってその中に含まれる情報も仮想的な枠の中で記述されている以上、この情報の絶対性について問題がある。（メッシュの取り方によってその中の情報が変わり、一義的には定まらない。たとえ国土庁方式でメッシュを定義しても、それは単に或る種の仮想的な網の目に関する情報である。）又メッシュに関する情報はその

面内に含まれる情報（例えば市街地の割合、平均標高、人口等）を表現するには適しているが、点、線に関する情報を示すには不十分である。（例えば或る施設がメッシュ内に存在することは表現し得るが、その位置を同定するには別に座標が必要となる）更に公園、街区のごとき面的存在をメッシュで表現するとすると過不足を生じ、丁度メッシュ内に納めることはできない。標準メッシュの大きさが1 kmメッシュであることは都市情報を盛る器としては大き過ぎ、100mメッシュ又はそれ以下のメッシュを使用す必要がある。このように細かいメッシュ体系は独自に作る必要があり、既存の国土庁のデータが使えなくなる。又標準メッシュ内に包含させる情報に関しては一部の特殊な情報（たとえば国勢調査）を外いてはメッシュとは無関係に取られて居り、これらの情報をメッシュに同定するためには特別な作業を必要とし、都市情報の原子的存在である日常業務ファイルより機械的作業で変換をすることはできない。特にメッシュの大きさが小さくなればなる程この作業量は莫大なものとなる。（100mのメッシュを採用する場合には1 kmメッシュの100倍となる）以上のような問題点は多いが、計算機上でファイルを作成したり、データベースを構築するには比較的容易であるために、いくつかの都市ではこの方式が採用されているが（大阪市、名古屋市がその例にあげられる）、種々の点で行きづまって居るように思われる。（県又はそれ以上の地域—たとえば首都圏等の広域ではこの方法は有力と思われる）

3. ポリゴナル法

この方法は都市を意味を持つ多角形に分割して、その中に都市に必要な情報を持たせる方式である。都市の骨格を形成しているものは国道、主要地方道、市町村道、私道といった各種の道路、鉄道、河川等である。道路によって街区が作られ、この街区という面的存在で都市が構成される。従ってポリゴナル法

は道路および街区に必要とする情報を帰属させることにより都市情報を構築する方式である。この方式は都市を街区という多角形で近似した面で分割するので多角形分割方式（polygonal Method）と云はれるものである。この方式では分割が道路、街区という意味ある線、又は面がその主体となっている点メッシュ方式とは意味を異にしている。又日常業務処理を行うためのデータは必ず地番、街区、町丁名が含まれて居り、地方街路には必ず地番が含まれている。地番、街区町丁名で構成される住居表示を媒介として、地理的情報と日常業務データとの結合をはかることができる。

道路を直線で近似するならば、道路を構成する直線部分は始点、終点の座標（対象とする都市の元標に原点を置き、東西、および南北の方向線をX、Y軸として表現する）で表示し得る。直線で近似した道路は相互接続して路線を構成し、交差点において他の道路と接続し、道路網を構成する。この道路は逐次に連結し、右廻り（又は左廻り）に一巡することにより街区を構成する。更に街区の集合として町丁を規定できる。道路、街区、町丁に付属するデータを夫々道路、街区、町丁の属性値として付加することにより容易に計算機内に都市情報を地理情報と共に蓄積し得る。例えば都市の住民票には個人の住居表示が明記されて居り（住民票のデータ中氏名等の個人に関する情報を除いて）家族構成、年令、等の情報をそのまゝ、道路に付せられた地番と共に道路（街路）の属性データとして取扱うことができる。更に道路によって囲まれた街区が定義されることにより、その中の地片が定義され、地片に建てられた建築物の状況を建築確認申請のファイルによって記述することも可能である。この方法は業務のデータが直接、間接に容易にファイルされるという大きな利点がある。

しかしこの方法も未だ多くの問題点を含ん

でいる。その最大の問題点は都市内の総ての道路を直線で近似し、これ等道路の始点終点の座標と道路にコードを付することである。この骨格作りの作業はデジタイザを使用することによって作業量を可成り軽減することができるが、都市が大きくなると作業量が膨大な量となる。(人口100万以上の都市になると、これを単一なファイルとして短期間に作成することは不可能となり、いくつかの区域に分割して行なわなければならない)更に道路に付属する地番の対応をつける作業も可成り人手を要する。道路に対する台帳が整備されていない場合にはこの困難さはさらに増大する(道路の台帳は国道については建設省で地方道一県道一は都府県で、市町村道は地方自治体が管理して居り、私道にいたっては全く管理されていない。郊外、田園地域、山間部については道路、住居表示が明確となっていない場合が多い—在る筈の道路が消滅していたり、新しい道路が管理なしに作られている。)

情報システムは常にその内容が更新されなければ常に新しい正確な情報は得難い。この方法では内容の改訂は比較的容易であるが、道路の追加、削除については構造そのものを変更することになるので多少面倒であり、手間もかかることとなる。(これに対してメッシュ法では基本となるメッシュは予め作られているので構造の変更は殆ど考慮しなくてもよい)

構造上の問題として線として取扱えるものは道路に限らず、河川、鉄道(敷地)、町丁界がある。

これ等を道路と区別して表現する手段も考える必要がある。更に道路が交差する場合平面交差と立体交差を区別する必要がある。(この2つの交差はトポロジカルに見ると異なっており、その取扱い方も別にしなければならない)

以上のごとき問題点はあるもの、この方法

は都市情報の原子的存在である日常業務のデータが使用することができ、都市の微細構造をも表現し得るとともに、都市全体に関する情報の把握が可能である、更に地理的な情報を計算機内に蓄積し、処理(例えば任意の2点間で道路上で計測した最短ルートを選択するといった処理)することができる。

§ 4. UIS (Urban Information System)

ポリゴナル法を都市に適用した都市情報システムはUISの名称で建設省と共同で開発されたもので、現在西宮市で構築中であり、市の中心部分(阪急線と海岸とに挟まれた繁華街)に対してはテストとして作成し、漸次六甲山を含む郊外部分について拡大中である。)

この方法は前に述べたごとく道路を骨格とし、これによって街区、町丁、更に大きな学校区、区、市街化区域、市街化調整区域全域を構成し、その肉となる部分に夫々の道路に付属した情報を属性データとして取り込んでいる。すなわち街区内の人口とその構成、道路沿の店舗の分布、税収、街区内の建築物の状況(構造建坪等)、公共建造物、公共施設、病院防災上考慮すべき工場、変電所、ガソリンスタンド等の建造物、道路に関する情報、(道路構造、構造物—橋、トンネル等—、施設—消火栓、ガードレール—、交通量)等が含まれている。

これ等の情報は計算機内にデータベースとして格納され必要に応じて on-line で検索することができる。上記のデータは自治体の日常業務より得られるもので、従って定期的に計算機を通じて容易に更新することが可能である。

§ 5. データ構造とデータベース

地理的情報の基本的事項を盛り込んで図的に表現したものとして地図がある。この地図は基本的には位置と標高とより成り、その表

現には等高線方式を取るものが多い。この場合標高値を属性値として表現すると、地図の中で表現される河川、道路、は2次元空間中の“幾何学的対象”として取扱うことができる。

すなわち0次元の実体としての点、1次元の実体としての点、および2次元の実体としての面分とそれらの接続関係として河川、道路、町丁を取扱うことが可能である。しかし上記の表現は絶対的なものではなく、地図の縮尺によって左右される。すなわち交差点は大縮尺では面として取り扱うが、小縮尺では点として表現され、河川についても同様のことが起る。或る形状を点、線、面のいずれで取扱うかについては問題により左右される。

地図上で閉曲線で示される面は近似的に多角形で近似的に表現され、その近似度も又問題により左右される。

一つの線分には必ず始点、終点があり、始点終点を与えることにより線分の方角も規定される。

他方1つの面分はこれを囲むいくつかの線分の集合とそれらの接続関係によって成り立っている。この接続関係には順序をも導入し“時計廻り”、“反時計廻り”の2つ方向が考えられる

複数の直線が接続関係を持って一つの線を構成する場合にこれを上位線と定義し、複数の面が接続関係を持って一つの面を構成する場合にこれを上位面と定義する。

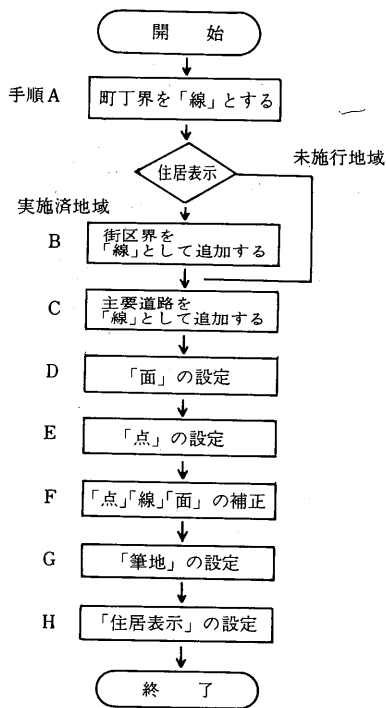
(上位面、上位線と面、線は親子の関係にある)

データベースでは基本構造を含む部分と属性値を含む部分分割され、都市における基本構造を次の4つの要素に分解する。

- | | |
|--------------|------|
| 1) 道路交差点 | 点に対応 |
| 2) 交差点間の道路区間 | 線に対応 |
| 3) 道路で囲まれた街区 | 面に対応 |
| 4) 街区の中の地片 | 点に対応 |
- これらの点、線、面はとりあげる道路がき

まると原則的には街区に同定される面及び点が決まる。しかしこのようにして画かれた道路によってのみ都市が表現されるものではない。道路以外に行政界線、河川、鉄道等が線表現として重要な役割を演じている。河川鉄道は水際線、敷地境界線を持つ面として、行政界は道路とは異種の線として取り上げている。これ等の基本構造を設定するに際しては第一図の手順に従って行なった。

図1 主構造要素の設定手順



さらにこれ等の基本構造の上位概念として次のものを取り上げる。

1. 上位面：学校区、行政区、都市計画法上の各種ゾーン（都市計画設定区域、市街化調整区域）、を他のゾーン（D I D）等
2. 上位線：国道、主要地方道等の路線、バス路線等

これ等の点、線、面、地片、住居表示、上位面、上位線の夫々に一定の様式、順序でコード化を行い、上記の構造を持つ属性を属性

値として夫々に対応させる。これ等を計算機内にデータベースとして蓄積し、検索を行う。

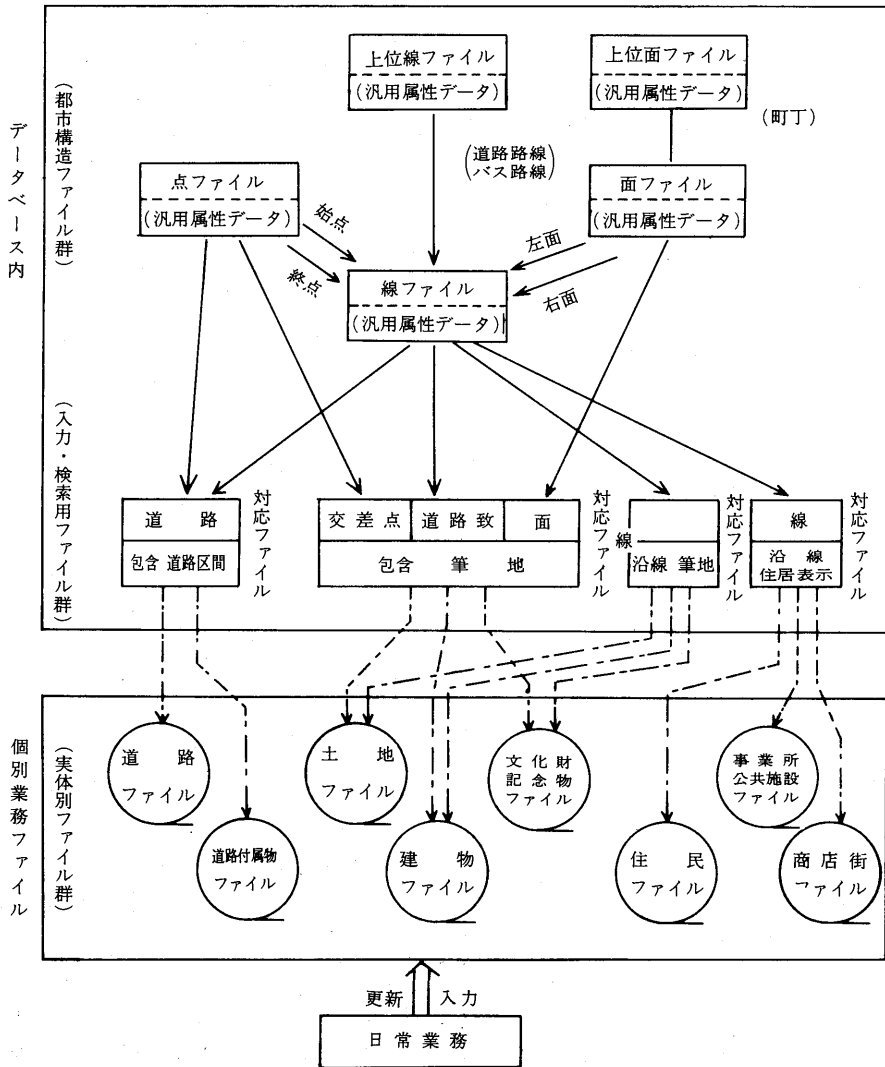
このデータベースは全体をいくつかのファイルによって構成するが、それを大きく分類して、次の3種とした。

1. 都市構造ファイル群
2. 入力、検索用ファイル群
3. 実体別ファイル群

都市構造ファイル群は前述の点、線、面、上位ファイルおよび夫々に付属する属性データ

より成り立っている。入力検索ファイルは点、線、面に対応するファイル群で、道路、交差点、道路敷、沿線筆地、沿線住居表示等の情報を含み、日常業務の個別ファイルよりの入力、および検索のために設けたものである。データベースはこの2つのファイル群によって構成される。第3の実体的ファイルは道路台帳ファイル、土地ファイル、住民ファイル等の日常業務ファイルでデータベースとは別個の個々のファイルより構成されている。

図2 ファイルの論理的構成

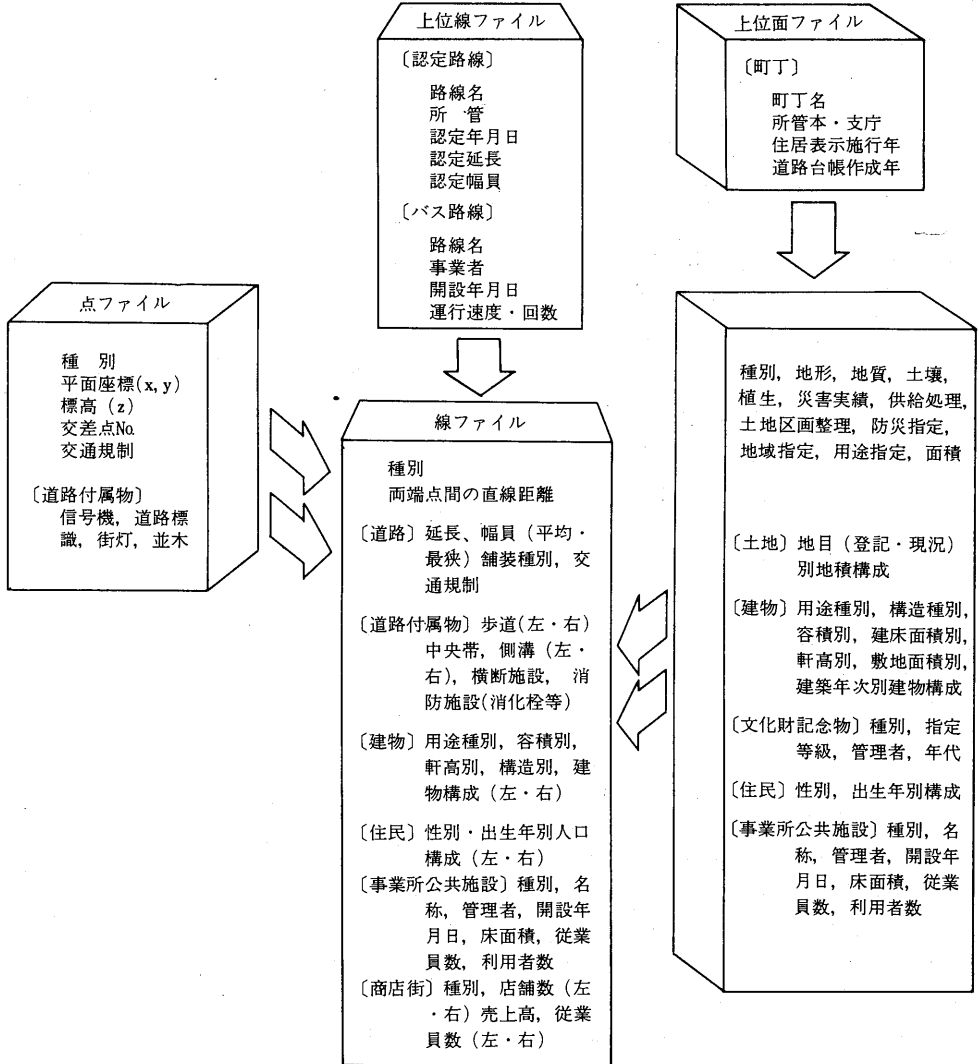


データベースとこのファイル群とは計算機内で結合され、都市情報として必要な項目は常時検索の対象となる。データベースと個別業務ファイルを一応分離した理由としては日常業務は頻繁に行なわれ、その都度大型のデータベースを操作することは得策ではないと

の判断に基づくものである。これ等ファイル論理的構成は第2図に示してある。

データベース中都市構造ファイルに含まれる属性データとしては第3図に示すものである。(特に必要とする場合にはその項目は自由に追加することができる)

図3 都市構造ファイル群に蓄積される汎用属性データ



この都市情報システムに必要な機能としては次に示すものを設計の基準とした。

1. データを入力する

2. 入力されたデータを蓄積する

3. 指定されたデータを検索する

4. 利用目的にあわせて変換する

5. 変換したデータを出力する
6. 正しいデータが正しく処理されたことの確認
7. このシステムが有効にかつ総合的に稼動するように管理をする

これらの中で1～5は計算機を主体とする機能であるが6～7は管理、運営のための機能であり、これなくしては全システムの正常な機能を発揮することは不可能となる。

次に上記の理論構造上のデータベースをいかなる型で実現化するかが問題である。即ちどのようなDBMS (Data Base Management System)の下で実現をはかるかである。理論構造より明らかなごとく、構造は線、面ファイルが夫々上位線、上位面で結び合い、親子の関係にある。このような構造を最もよく表現するDBMSとしてはCODASYL型のもものがあげられる。従ってDBMSとしてはCODASYL型の一つであるIDS (Integrated Data System) を適用した。(必ずしもCODASYL型のDBMSでなければ不可能ではないが、データベースの作成に関しては多くの超えなければならない問題点を含んでいる)。

§ 5. U I Sの基本的利用プログラム

人間は図形を一見して、その形状相対位置、その相対関係を認知する能力を持っているが現在の計算機にはその能力は未だ持っていない。従って計算機の能力を一杯に活用して処理をするための理論が要求され、最近大いに開発された理論が“計算幾何(学)” (Computational Geometry) である。計算幾何は先に述べた基本構造の下で地理情報を計算機内にファイルして、それ等を処理するアルゴリズムの基礎となっている。たとえば指定された地図上の一点が或る多角形内に存在するか否かを計算機の上で判定させる論理はその一例である。

このシステムにおける基本的なプログラム

としては次のものが作られている。

1. 点、線、面をその地理コードで検索する。
2. 面を指定し、その面を画する線を検索する。
3. 線を指定し、その両端の点を検索する
4. 点を指定し、その点に接続する線を検索する。
5. 上位構造(上位面、上位線)をその地理コードで検索する。
6. 上位構造を指定し、それに属する点、線、面などを検索する。
7. 点、線、面を指定して、そこに含まれる地片を検索する。
8. 線を指定して、それに接する地片又は住居表示を検索する。
9. 線又は点を指定して、そこに含まれる道路区間を検索する。
10. 点、線、面を全件検索する
11. 上位構造を全検索する。
12. 地片を指定し、付属する建物、土地、文化財 ect を検索する。
13. 線の住居表示から事業所、公共施設、住民、商店情報を検索する。
14. 道路区間を指定し、道路、その付属物を検索する。

第4図に基礎アプリケーションプログラムの例を示す。

§ 6. U I Sの適用分野について

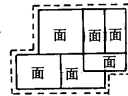
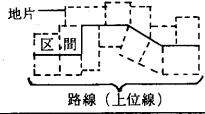
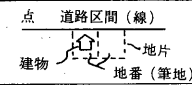
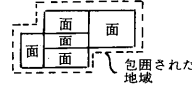
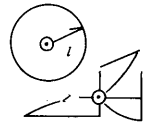
U I Sの適用分野を都市行政に関する問題領域別に分類すると次の3つのパターンとなる。

1. エリア検索型
2. 道路距離活用型
3. 応用型

更に行政の情報ニーズより分類すると次の3つに分類される。

1. 企画情報
2. 管理情報

図4 基礎アプリケーション・プログラムの例

プログラム	検索の種類 検索の内容	属性 検索	検索の種類				摘要
			面の 検索	線の 検索	その他の 検索	上位面 ネットワー クをつくる	
APR001	地理的コード } を指定して 項目コード } データを検索する。	○					
APB001	上位面(校区, 町等)の統計を作成。	○	○				上位面: 町, 校区, 統計区等
APR002	上位面(同上)の道路施設の集計を行う。	○		○			
APG001	路線(上位線)を指定し, 構成する 区間とその沿線地片コードを検索。			○			
APG002	建物, 地番又は地片コードを指定 して, 接している道路とそのデ ータを検索する。	○		○			
APG003	ある地点間の最短経路を検索。				○	○	
APG004	点又は線で包囲した任意の地域の すべての面とその面の各種規制を 検索する。	○		○		○	
APR003	中心(点又は地片)とそこからの 距離を指定し, その範囲内の消化 栓を検索する。	○		○	○	○	
APG005	上位面の上水道ネットワークを作成 し, 上水道の線のデータを検索する。	○			○		
APG901 APG902	以上のアプリケーションに付属し, 検索関係地域のネットワーク図, 面 図を出力する。	○		○			
APM001	グラフ構造の線を消去する。				○		構造の更新用

3. 政策情報

これ等の組み合わせの夫々の分野について具体的な応用プログラムが考えられる。例えばエリア検索型の企画情報として、都市計画道路の計画、都市再開発計画等があげられる。

その詳細については橋を別にして述べる。

§ 7. 結言

建設省と共同に開発を行なったU I Sに關してその概略について述べたが、現在そのも

デルとして西宮市で開発中で本年度末には完成する予定である。本稿に關してこのシステムの構築に關係した建設本省の情報管理室の諸兄、特に当時の専門官であった岩松氏に厚く御礼を述る次第である。

なおモデルおよびモデルの数学的背景、さらに計算機としてこのデータベースの構造については稿を改めて発表する。

(1983年9月27日受付)