

天気図の符号化とその天気図データベース・システム 実現への応用[†]

山 守 一 徳^{††} 吉 田 雄 二^{†††} 福 村 晃 夫^{†††}

画像データベースを構成する場合、画像自体のみならず、その中に含まれる種々の情報を効率的に構造化し、蓄積することが必要である。本論文では、天気図データベースを構成する場合について、その中に含まれる天気に関する種々の情報のうち、気圧配置、気圧文字、天気図の型、前線の四つについて、その符号化の方法を与える。気圧配置、気圧文字については、4進木を用い、天気図を2×2分割、4×4分割したときの各ます目における高気圧領域と低気圧領域の優位関係を第1レベルと第2レベルのノードで表現し、第3レベルのノードは、天気図を8×8分割したときの各ます目における各種類の気圧文字の有無を表現する。前線については、前線グラフを用い、天気図中で定義した部分領域をそのグラフのノードに対応させ、各部分領域における前線の有無を表現する。さらに、これらの方法に基づいて、それらの2次元の特徴を表す図形を検索のキーとする検索要求に対して、符号化された質問を使って階層的に天気図の検索を行う検索システムの実現について明らかにする。最後に実現されたシステムについて、実験的に評価し、今後に残された課題について触れる。

1. ま え が き

画像データベースを構成する場合、画像自体のみならず、その中に含まれる種々の情報を効率的に構造化し、蓄積することが必要である。我々は、すでに等圧線図を対象として、その記述と蓄積の手法について提案した(文献1, 2)。本論文では、天気図の中に含まれる天気に関する種々の情報のうち、気圧配置、気圧文字については4進木で、前線については前線グラフで表現し、さらに天気図の型を符号化し、それらを天気図データベースとして蓄積する方法について述べる。さらに、これらの方法に基づいて、それらの2次元の特徴を表す図形を検索のキーとする検索要求に対して、符号化された質問を使って階層的に天気図の検索を行う検索システムの実現について述べる。

ここで述べる符号化法は、天気図中の気象情報を記述することを目的とすることから、天気図を画像として符号化するのではなく、それに含まれる気象情報の2次元的配置を3レベルの複雑さで表している。この方法は、天気図検索システムに利用しようとする目的に照らして、ユーザが入力する検索要求に柔軟に対応できること、計算の手間が少ないこと、あいまいさのレベルを制御できること、などの基準のもとに設計さ

れた。

天気図に対する類似のアプローチとして、田町らによる研究があるが(文献3)、これは図形データの理解、特に自然言語による記述との対応、画像自身の2次元データとしての記述に重点が置かれていて、本論文とやや立場を異にするものである。

以下、本論文では、2章において天気図データの符号化について述べ、3章で天気図データベースの構成とその検索方式について述べる。次に、4章で検索システムの実現について述べ、5章で実現されたシステムについて、実験的に評価する。最後に6章で、今後に残された課題について触れる。

2. 天気図データとその符号化

天気図中には、天気記号、風力・風向記号、気圧文字、矢印、数字、等圧線、前線、地形線、経線・緯線などの情報が含まれている。天気図の例を図1に示す。ここでは、気圧配置、気圧文字、天気図の型、前線の四つについて、その符号化の方法を与える。

ここで述べる符号化の適用により、一枚の天気図に対して、気圧配置と気圧文字に関する深さ3の4進木が一つ、前線の配置についての深さ3の4進木に類似の前線グラフが一つ、および天気図の型のデータが対応させられる。このうち、気圧配置に関する4進木と、前線グラフについて、図1の天気図に対する例を図2に示す。

2.1 気圧配置データ

天気図を2×2分割および4×4分割したときの各

[†] Encoding of Weather Maps and Its Application to Weather Map Database System by KAZUNORI YAMAMORI (Oki Techno Systems Laboratory, Inc.), YUJI YOSHIDA and TERUO FUKUMURA (Department of Information Engineering, Faculty of Engineering, Nagoya University).

^{††} (株)沖テクノシステムズラボラトリ

^{†††} 名古屋大学工学部情報工学科

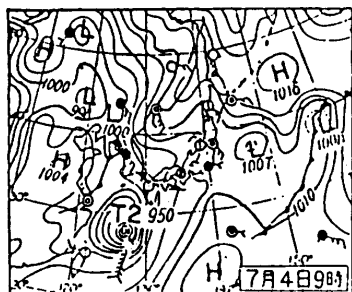


図 1 天気図の例

Fig. 1 An example of weather map.

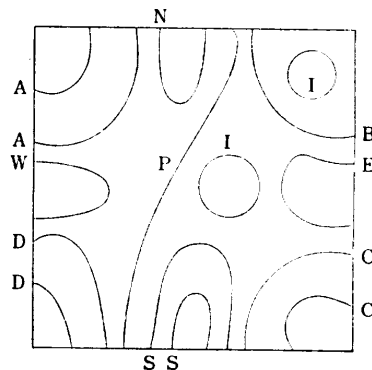
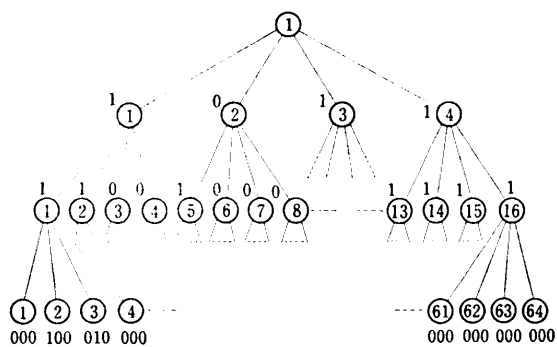
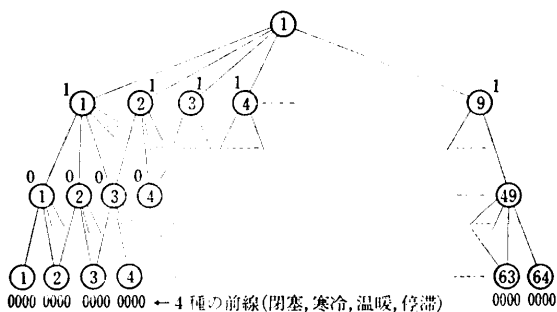


図 3 等圧線のタイプ

Fig. 3 Types of contours.



(a) 気圧配置の4進木 (一部)
(各節点内の数字は各レベルごとの節点の通し番号)



(b) 前線グラフ (一部)
(各節点内の数字は各レベルごとの節点の通し番号)

図 2 天気図データの表現の例

Fig. 2 An example of representation of weather map data.

ます目における高気圧領域と低気圧領域の優位関係を、4進木の第1レベルおよび第2レベルで表現する。各ます目における優位関係は天気図中の気圧文字と等圧線をもとに求められ、そのアルゴリズムは、以下のようなものである。なお、アルゴリズム中で用いられる等圧線のタイプを表す記号は、文献 1) で定義されているものを用いている。図 3 に各タイプの等圧線の例を示す。

[アルゴリズム]

Step 1. 天気図中に P タイプの等圧線 (相対する辺を結ぶ等圧線) が存在しなければ、Step 2. へ、存在すれば、以下のことを行う。

P タイプの等圧線と天気図の枠線によって囲まれる領域が、高気圧文字のみを含むか、低気圧文字 (熱低, 台風も含む, 以下同様) のみを含むならば、その文字の領域とする。Step 2. へ。

Step 2. Step 1. で領域の種類が定まらない領域があれば以下のことを行う。領域の種類がすべて定まっていれば、Step 5. へ。

天気図中の P タイプ以外の等圧線について、包含関係 (文献 1) の定義による) の最も大きい等圧線の囲む領域が、高気圧文字のみ、または低気圧文字のみを含むならば、その領域とする。高気圧と低気圧の両方の文字を含むならば、その領域内の気圧文字についての最近傍分割を行い、高気圧領域と低気圧領域に分割する。

Step 3. 天気図中の気圧文字の近傍の、ある大きさの領域は、その文字の領域とする。

Step 4. Step 3. までで領域の種類が定まらない領域があれば、すでに定まった領域をもとにポロノイ境界線分割を行い、その領域を高気圧領域と低気圧領域に分割する。

Step 5. 天気図を 2×2 分割および、 4×4 分割したときの各ます目に含まれる高気圧領域と低気圧領域の領域の優位関係によって、各ます目における高気圧領域と低気圧領域の優位関係を定める。

(アルゴリズム終了)

上記のアルゴリズムの結果は、4進木を使って表現される。4進木の第1レベルのノード、第2レベルのノードは、天気図を2×2分割、4×4分割したときのます目に対応し、各ノードは、対応するます目の高気圧領域、低気圧領域の優位関係によって、「1」または、「0」にラベル付けされる。領域分割の例を図4に示す。図において、左上の太い直線はStep 2の最近傍分割で求められた境界であり、二つの太い曲線はStep 4のボロノイ境界線分割によりもとめられたものである。

2.2 気圧文字データ

天気図を8×8分割したときの各ます目について、その中の気圧文字の有無と種類を3bitで表現し、4進木の第3レベルのノードに付加する。

2.3 前線データ

天気図中で、図5のように九つの部分領域を設定する。さらに、これらの九つの定まった部分領域の各々を4×4分割することで、上と同様な九つの部分領域を設定すると、全体で49種類の相異なる領域が求まる。このときの一つの部分領域は、天気図を8×8分割したときのます目の2×2個の領域と同じ大きさで

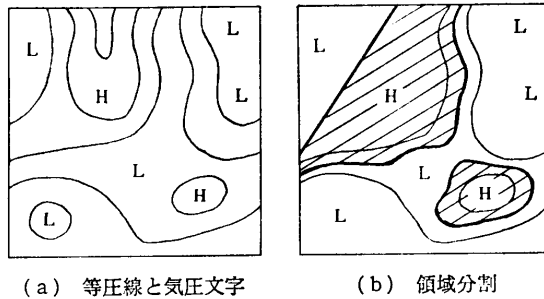


図4 分割の例 (斜線部分が高気圧領域)
Fig. 4 An example of partition.

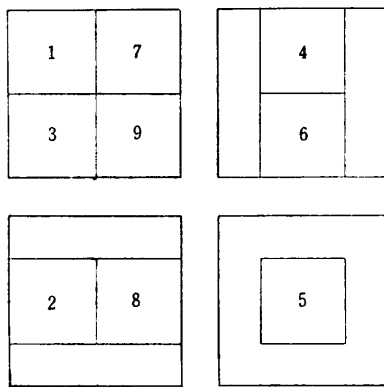


図5 九つの部分領域
Fig. 5 Subregions in a weather map.

あり、それぞれの部分領域の中心は、天気図を8×8分割したときに生じる49個の格子点の一つと一致する。

天気図を8×8分割したときのます目と上記の領域について、その中に前線がある長さ以上存在しているか否かを樹状グラフで表現する。グラフは基本的には木であるが、異なる領域の分割で同一の小領域が得られる場合に対応して、合流する枝があるため、完全な木とはならない。グラフの各ノードは、部分領域と対応し、第1レベルに9ノード、第2レベルに49ノード、第3レベルに64ノードを持つ。また、枝は、ノードに対応する領域の包含関係に対応している。以下このグラフを前線グラフと呼ぶ。

特に、第3レベルにおいては、前線の有無だけでなく、その種類(閉塞、寒冷、温暖、停滞)も含めて4bitで表現する。

2.4 天気図の型データ

気圧配置データと気圧文字の位置をもとに、その天気図がどの天気図の型に属するかを人手により経験的に定めた。天気図の型は17種類である。

3. データベースシステムの構成

図6にシステムの構成を示す。以下では、システムを構成する要素の各々についてやや詳しく述べる。

3.1 ファイルの構成

2章で述べた天気図データを符号化する方法に基づいて各天気図を符号化したデータと天気図をディスプレイ画面に表示するのに必要な線図形データがメインファイルを構成する。メインファイル以外に、以下の6種の検索性ファイルが準備されている。

- i) 気圧文字による検索性ファイル
- ii) 気圧配置による検索性ファイル
- iii) 前線の位置による検索性ファイル
- iv) 前線の種類による検索性ファイル

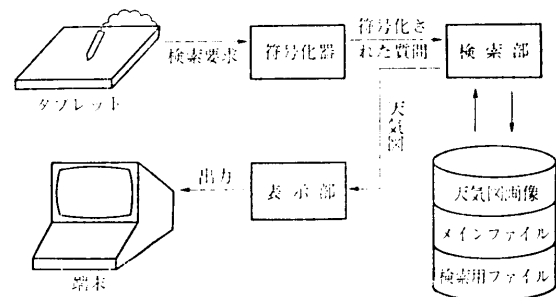


図6 システムの構成
Fig. 6 System configuration.

v) 天気図の型による検索用ファイル

vi) 日付による検索用ファイル

これらのファイルは、メインファイルのインバートドファイルである。これらについての詳細は省略するが、いずれも天気図の枚数に比例する寸法を持つ。したがって、データベース全体でのデータ量は天気図の枚数に比例して増加する。

3.2 検索方式

利用者は、数種の検索要求とそれらを使った検索式を入力することによって、天気図の検索を行う。以下に、種々の検索要求の検索方式について述べる。

(1) 気圧文字の位置による検索

$S(j, k)$ を、天気図を 8×8 分割したときの j 番目のます目に種別 k の気圧文字がある天気図の集合とする。 k としては、高気圧・低気圧・台風(熱低も含む)・任意の4通りがある。ここでます目の番号は、縦方向優先の垂直ラスタ走査に従う。利用者は、気圧文字の位置と種別を指示する。

例えば、種別 k の気圧文字を指示し、位置として j 番目のます目中の左上を指示した場合に、システムは、
第1レベル検索—— $S(j, k)$

第2レベル検索—— $S(j, k) \cup S(j-1, k) \cup S(j-8, k) \cup S(j-9, k)$

第3レベル検索—— $S(j, k) \cup S(j-1, k) \cup S(j-8, k) \cup S(j-9, k) \cup S(j-7, k) \cup S(j+1, k) \cup S(j+7, k) \cup S(j+8, k) \cup S(j+9, k)$

を、それぞれの検索結果とする。ここで“ \cup ”は和集合演算である(図7参照)。

(2) 気圧文字の領域による検索

利用者は、気圧文字が存在すると思われる領域を閉曲線で囲み(以下、この領域を指定領域と呼ぶ)、気圧文字の種別を指定する。システムは、天気図を $8 \times$

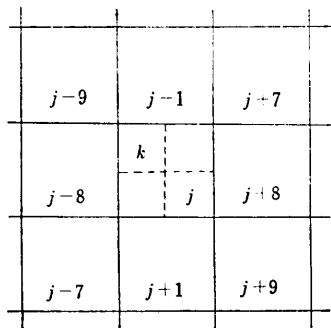


図7 気圧文字の位置の指定

Fig. 7 An example of point designation of a pressure symbol.

8分割時のます目のうち、その面積の半分以上が指定領域に含まれるます目の集合 M_1 と、指定領域と共通領域を持つます目の集合 M_2 を求め、

第1レベル検索—— $\bigcup_{i \in M_1} S(j, k)$

第2レベル検索—— $\bigcup_{i \in M_2} S(j, k)$

を、それぞれの検索結果とする。

(3) 前線の形状による検索

$F(j, k)$ を、天気図を 8×8 分割したときの j 番目のます目に種別 k の前線がある長さ以上含まれている天気図の集合とする。 k としては、閉塞・寒冷・温暖・停滞・任意の5通りがある。

$G(j), H(j)$ をそれぞれ前線グラフの第2レベル、第1レベルの j 番目の部分領域に、前線がある長さ以上含まれている天気図の集合とする。

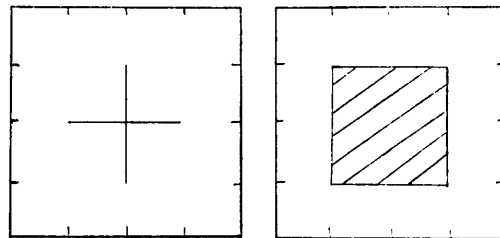
利用者は、前線の形を描き前線の種別を指定する。システムは、天気図を 8×8 分割時のます目のうち、利用者が描いた前線がある長さ以上含まれているます目の集合 L_1 と、前線グラフの第2レベルの部分領域の中心の十字線を、利用者が描いた前線が横切っている部分領域の集合 L_2 と、前線グラフの第1レベルの部分領域の中心の十字線を、利用者が描いた前線が横切っている部分領域の集合 L_3 を求める(図8参照)。さらに、前線グラフの第2レベルの部分領域のうち、その中心領域に利用者が前線を描いたときの終点が含まれている部分領域 n_2 と、前線グラフの第1レベルの部分領域のうち、その中心領域に利用者が描いた前線の終点が含まれている部分領域 n_3 を求める。システムは、

第1レベル検索—— $\bigcup_{L \subset L_1, j \in L} \bigcap_{|L|=l_1} F(j, k)$

ここに $l_1 = \max(2/3|L_1|, 1)$

第2レベル検索—— ($L_2 \neq \phi$ のとき)

$\bigcup_{L \subset L_1, j \in L} \bigcup_{|L|=l_1} G(j)$



(a) 十字線

(b) 部分領域

図8 前線の位置指定のための中心の十字線と部分領域
Fig. 8 Cross and subregion for front designation.

ここに $l_2 = \max(5/6|L_2|, 1)$

—($L_2 = \phi$ のとき) $G(n_2)$

第3レベル検索—($L_3 \neq \phi$ のとき) $\bigcap_{j \in L_3} H(j)$

—($L_3 = \phi$ のとき) $H(n_3)$

を、それぞれの検索結果とする。なお、 $|L_i|$ は集合 L_i の要素数を表す。

(4) 前線の領域による検索

利用者は、前線が存在すると思われる領域を閉曲線で囲み、前線の種別を指示する。システムは、気圧文字の領域による検索で述べたます目の集合 M_1 と M_2 を求め、

第1レベル検索— $\bigcup_{j \in M_1} F(j, k)$

第2レベル検索— $\bigcup_{j \in M_2} F(j, k)$

を、それぞれの検索結果とする。

(5) 日付による検索

年月日・年月・年・月日・月あるいは、それらについての期間を指定することができ、それらの和集合演算を用いて検索要求を表現する。

(6) 天気図の型による検索

17種類の天気図の型、またはそれらの和集合演算と積集合演算を用いて、検索要求を表現する。

(7) 気圧配置による検索

利用者は、高気圧領域または低気圧領域であると思われる領域を閉曲線で囲み、その種別を指定する。システムは、 4×4 分割時のます目のうち、その領域の半分以上が指定領域で覆われているます目の集合 N_1 と、 2×2 分割時のます目のうち、その領域の半分以上が指定領域で覆われているます目の集合 N_2 を求める。さらに、 4×4 分割時のます目のうち、その領域が指定領域で最も多く覆われているます目の集合 Q_1 と、 2×2 分割時のます目のうち、その領域が指定領域で最も多く覆われているます目の集合 Q_2 を求める。

$T(j)$ 、 $U(j)$ をそれぞれ 2×2 分割時における気圧配置のパターン (2^4 種類) のうち、 j 番目のパターンを持つ天気図の集合、および 4×4 分割時におけるパターン (2^6 種類) のうち、 j 番目のパターンを持つ天気図の集合、とする。

P_1 を気圧の種別と N_1 ($N_1 = \phi$ のときは、 Q_1) の要素から決まるパターンの集合とする。 P_2 を気圧の種別と N_2 ($N_2 = \phi$ のときは、 Q_2) の要素から決まるパターンの集合とする。システムは、

第1レベル検索— $\bigcup_{j \in P_1} U(j)$

第2レベル検索— $\bigcup_{j \in P_2} T(j)$

を、それぞれの検索結果とする。

4. 検索システムの実現

本システムは、名古屋大学大型計算機センター FACOM M-382 システムの TSS 上で実現され、検索用端末としては、リフレッシュ型グラフィック・ディスプレイ端末 (F 9532A) を使用した。検索要求の線図形は、タブレットを使って入力され、各種のコマンドは、メニュー方式によってタブレットまたは、ファンクションキーを使って入力される。その他、検索式などの文字入力は、キーボードより行われる。本システムは、FORTRAN 77 によって記述され、約 6,000 行から成り、使用する記憶容量は 4 MB 弱である。

4.1 検索画面

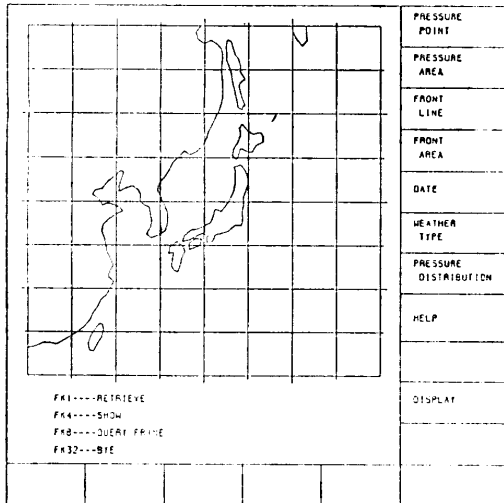
検索画面は、入力フレーム (INPUT FRAME)、検索フレーム (QUERY FRAME) および結果フレーム (RESULT FRAME) の3種類のフレームから成る。

入力フレームでは、検索要求の種類をメニュー方式で指示し、その検索要求に応じたスケッチ図形などをタブレットにより入力する。検索フレームでは、入力フレームで入力された数個の検索要求を使って、検索式を入力する。結果フレームでは、検索フレームの検索式による検索結果の天気図を 12 枚 1 ページとして、必要なページ数にわたって表示する。また、天気図 1 枚を 1 画面に拡大表示することもできる。なお、検索結果の天気図は、検索式に含まれる検索要求をより多く満たす天気図から順に表示される。表示は第1レベルから順に行う。また、等圧線・前線・気圧文字の表示順序も検索式で使われている検索要求の検索の種類に依存して変化する。図9に検索画面の例を示す。

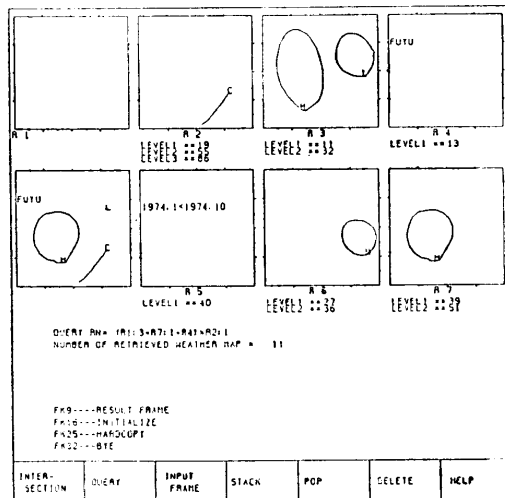
4.2 検索式

入力フレームで入力された検索要求は、入力順に R1, R2, R3... とラベル付けされ、RETRIEVE コマンドによって、検索フレームに移る前に、検索要求の種類に応じて多レベルの検索が階層的に行われる。検索要求の図形とそれぞれの検索要求に合致する天気図の枚数が、検索フレームに表示され、利用者は、それらを参照しながら積集合演算 "*" と和集合演算 "+" とカッコ "(", ")" を用いた検索式を入力する。

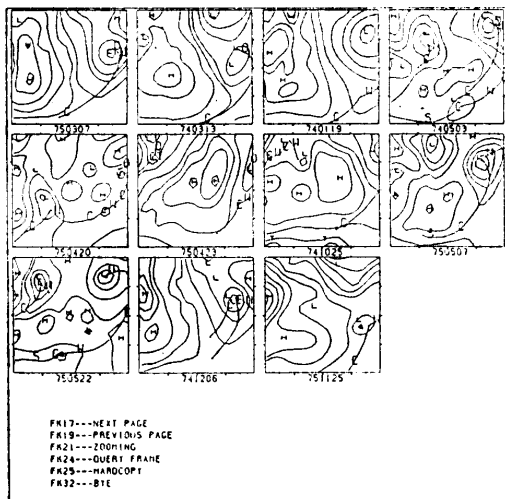
検索式のオペランドは、"Ri: k" の形であり、i は



(a) 入力フレーム



(b) 検索フレーム



(c) 結果フレーム

図 9 検索画面の例

Fig. 9 Examples of screen images in retrieval.

検索要求の番号, k はその検索要求の検索のレベルを示す。また, 現在の検索式を "RN" で表して, オペランドに使うこともできる。

4.3 コマンド

各フレームごとに, 以下に示すような機能のコマンドが用意されている。

- (1) 入力フレーム内のコマンド
 - i) 検索要求の種類を指定するコマンド (7種)
 - ii) 気圧文字の種類を指定するコマンド (4種)
 - iii) 前線の種別を指定するコマンド (5種)
 - iv) 検索要求を取り消すコマンド (2種)
 - v) 検索フレームへ移るコマンド (3種)
 - vi) 検索要求を表示・消去するコマンド (2種)
 - vii) その他のコマンド (2種)
- (2) 検索フレーム内のコマンド
 - i) 検索式を入力するコマンド (2種)
 - ii) 他のフレームへ移るコマンド (2種)
 - iii) 検索要求を取り扱うコマンド (3種)
 - iv) その他のコマンド (4種)
- (3) 結果フレーム内のコマンド
 - i) ページを移動するコマンド (2種)
 - ii) 天気図を拡大表示するコマンド (2種)
 - iii) 検索フレームへ移るコマンド (1種)
 - iv) その他のコマンド (2種)

5. システムの実験的評価

ここでは, 天気図総枚数 99 枚を用いたときのファイルの容量, 検索システムの応答時間, 検索結果の品質の評価について, 以下に述べる。

5.1 ファイルの容量

データベースを構成するファイルは, 3.1 節で述べたように, メインファイルと 6 種類の検索用ファイルとから成る。天気図 99 枚の場合には, これらの容量は, メインファイルが約 3 MB, 6 種類の検索用ファイルが, いずれも 100 kB から 300 kB 程度である。

5.2 システムの応答時間

種々の検索要求に対応するデータの検索に要する時間, 天気図の表示に要する時間を表 1 に示す。

CPU time の約 9 割は, 検索用ファイルのアクセスに要する時間であり, 前線の形状による検索においては, 二つの検索用ファイルにアクセスするので, 他の検索要求と比べて大きな値となっている。

また, 実時間の値にかなりの幅があるのは, アクセスするファイルがディスク上にあるときの最大値と,

表 1 システムの応答時間
Table 1 System response time.

	CPU time (検索用ファイルへのアクセスタイム)	実時間
気圧文字の位置による検索に要する時間	15 (14) msec	1~7 sec
前線の形状による検索に要する時間	60 (58) msec	1~30 sec
気圧配置による検索に要する時間	13 (11) msec	1~6 sec
検索結果の天気図12枚の表示に要する時間	2142 msec	3~90 sec

(使用計算機 M-382)

MSS 上に格納されているときの最大値との幅で示したことによる。

いずれの検索要求に対しても、数秒で検索することができ、良い応答速度を持っていると言える。

検索結果の表示に時間がかかっているのは、天気図1枚ごとに表示用の線図形データファイルをアクセスしているためである。

5.3 検索結果の品質

気圧文字の位置による検索においては、第1レベルから第3レベルまでの検索が行われて、検索要求で指示した気圧文字の位置と検索される天気図の気圧文字の位置との距離は、第1レベルでは、8×8分割時のます目の1ます内に抑えられ、第2レベル、第3レベルでは、1.5ます、2ます内にそれぞれ抑えられる。この検索方法の欠点は、検索要求で指示した気圧文字と検索される天気図中の気圧文字を1対1対応させて検索していないために、検索要求中の複数個の気圧文字が、天気図中の一つの気圧文字に多対1に対応した天気図を検索してしまうことである。

表2に天気図を8×8分割したときのます目の一つを指示したときに、そのます目に気圧文字が存在する天気図の平均枚数を示す。気圧文字の位置・領域による検索において、検索の精度は天気図を分割するます目の数に依存している。表2の結果より、8×8分割を用いることによって、気圧文字の種類を指定しなく

表 2 気圧文字についての平均天気図枚数
Table 2 Average number of weather maps about pressure.

	高気圧	低気圧	台風(熱低を含む)	任意の種類
天気図枚数	4.7枚	5.7枚	0.5枚	10.9枚

(天気図総枚数 99枚)

表 3 前線についての平均天気図枚数
Table 3 Average number of weather maps about front line.

天気図枚数	前線グラフの第3レベル				
	閉塞	寒冷	温暖	低滞	任意の種類
天気図枚数	1.4枚	9.0枚	3.3枚	2.2枚	15.9枚
天気図枚数	前線グラフの第2レベル	前線グラフの第1レベル			
	34.0枚	67.6枚			

(天気図総枚数 99枚)

ても一つのます目を指定すれば、約1/9に検索結果の天気図が絞られることがわかる。

前線の形状による検索においては、第1レベルから第3レベルまでの検索が行われて、検索要求で指示した前線の位置と検索される天気図中の前線の位置との距離は、第1レベルでは、8×8分割時のます目の1ます内に抑えられ、第2レベル、第3レベルでは、1.5ます、3ます内にそれぞれ抑えられる。この検索方法の欠点は、気圧文字の位置による検索と同様に、検索要求中の複数本の前線が、天気図中の一本の前線に多対1に対応した天気図を検索してしまうことであり、検索要求中の前線が連続しているか否かが、検索される天気図中の前線では保証されないことである。

表3に前線グラフのノードに対応する一つの部分領域を指定したときに、その部分領域に前線が存在する天気図の平均枚数を示す。表3の結果より、前線の種類を指定しないときでも8×8分割時の一つのます目を指定し検索要求を行えば、約1/6に検索結果の天気図が絞られることがわかる。

天気図の型による検索においては、冬型、夏型などについては好結果を得ているが、移動性高気圧型、帯状高気圧型では、検索要求の天気図の型でない天気図も含めて検索されることがある。

6. むすび

本研究では、天気図の中に含まれる種々の天気図データを符号化し、蓄積する方法について提案を行い、これらの方法に基づいて天気図の検索を行う検索システムの実現を行った。

今後に残された課題としては、以下のものが挙げられる。

- (1) 我々は、等圧線の記述方法を提案し、それらをもとにした検索システムを開発した(文献

- 4). このシステムと、本論文のシステムとを統合する。
- (2) データベース中の天気図の枚数を増やす。(10年間分の天気図を入力する予定である.)
- (3) 天気図自動認識システム(文献5)を用いて、天気図データベースの入力・蓄積を自動化する。
- (4) 各地の天気、風力・風向、天気図の時間的推移に関する性質などでも検索できるように検索機能の拡張を図る。

謝辞 日頃より熱心にご指導いただいた本学の稲垣康善教授、鳥脇純一郎教授を始め、大変有益なご議論をして下さった福村・稲垣・鳥脇研究室の皆様へ感謝します。なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金による(一般(B)課題番号58460134)。また、システムの実現には、名古屋大学大型計算機センターを利用した(課題番号4001 LH 3134)。

参 考 文 献

- 1) Montuno, D. Y., Yoshida, Y. and Fukumura, T.: Structural Description of Contour Maps and Its Application to Weather Maps, *Trans. IECEJ*, Vol. E 63, No. 6, pp. 421-428 (1980).
- 2) Montuno, D. Y., Yoshida, Y. and Fukumura, T.: Encoding and Storage of Contour Maps and Their Application to Weather Maps, *Trans. IECEJ*, Vol. E64, No. 5, pp. 287-294 (1981).
- 3) Taniguchi, R., Yokota, M., Kawaguchi, E. and Tamati, T.: Picture Understanding and Retrieving System of Weather Chart, Proc. of 6th Int. Joint Conf. on Pattern Recognition (1982. 10).
- 4) 村山, 吉田, 福村: 位相的構造記述による等圧線図検索システム, 情処研費, コンピュータビジョン 29-3 (1984. 3).
- 5) 石塚, 吉田, 福村: 天気図自動処理総合システムの構成, 信学技報, PRL-82-67 (1983. 1).

(昭和59年6月15日受付)

(昭和60年5月9日採録)