

明 細 書

階層構造の図的表示方法および装置

技術分野

本発明は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能を表すノードとノード間の接続関係を表すリンクとを用いて前記ノード間の序列いわゆる階層構造を図的に表現する階層構造の表示方法に関わり、特に、多数のノードから構成される大規模階層構造を同一画面上に表示する際の見やすさと操作性の改善を図った階層構造の表示方法に関する。

背景技術

従来、この種の表示方法としては、図2に示すように、いわゆるツリー表示を用いて階層構造を図的に表示していた。すなわち、上位階層のノードを画面の上部に配置し、下位階層のノードを画面の下部に配置していた。また、例えば通信網のように、一般に同一階層に属するノード間に接続関係がある場合には、図3に示すように、同一階層を表すプレーンを使用して、この面上にノードを配置し、ノード間をリンクで接続することにより、階層構造を表現していた。

しかしながら、このようなツリー表示を用いて、例えばコンピュータのディスプレイ画面上に階層構造を表示する場合、ノード数の多い下位階層のノードを画面の下部に配置すると、表示領域の制約のために、配置できるノード数が制限されるという問題があった。例えば、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造を表示しようとする、特に下位ノードにおいては、ノード同士の重なりが多く発生し、ノード間を接続するリンクの識別が難しくなるとともに、ノ

ードやリンクを画面上で直接指定して操作することが困難になるという問題点があった。特に、同一階層に属するノード間に接続関係があったり、下位階層のノードが複数の上位階層ノードと接続関係にあるような、複雑な階層構造の場合には、見易さや操作性の低下が著しかった。

本発明は、上述した従来のツリー表示の問題点を解決するためになされたもので、同一階層に属するノードを、一定の規則に従って作成した円を用いて空間的に配置することによって、多数のノードから構成される大規模階層構造を同一画面上に見やすく表示するとともに操作性の改善を図った、階層構造の図的表示方法および装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に中心を配置する。これにより、上下階層の楕円が上位楕円の外側に下位楕円を配置することになり、多数のノードから構成される大規模階層構造の上下関係を同一画面上に見やすく表示することができ、同一階層のノードを楕円状に配置することにより、構造表現の規則性を保ちつつ限られた表示領域内にノードを空間的に効率良く配置することができる。

また、本発明は、上述の楕円を、円として階層構造の図的表示を行う。これにより、円を用いることにより楕円より演算処理が容易となるとともに、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示するとともにノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述のノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基

づいて算出する。これにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述のノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する。これにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードを配置する楕円内部に作成した楕円上に配置する。これにより、ノードの接続関係を表すリンク表示の重なりを削減すると共に、ノードの階層関係を認識しやすく表示することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、複数の階層構造間が接続されている場合には、最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、同一ノード配下の同一階層を配置する楕円の中心を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する。これにより、2つの階層構造の接続部分のノードを最接近させることにより、リンクの重複を回避することができ、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、ノードの上下関係を表すリンクは、上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する。これにより、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した1

本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、リンクの間隔を広げて見やすく表示できると共に、リンクを画面上で容易に直接指定して操作することができ。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明が適用される装置の構成例を示すブロック図である。

図 2 は、従来のツリー表示による階層構造の表示例である。

図 3 は、従来のプレーンを使用したツリー表示による階層構造の表示例である。

図 4 は、実施例 1 における図 1 のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図 5 は、実施例 1 における図 1 の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造の一部をツリー表示で表現した図の一例である。

図 6 は、実施例 1 に関わる表示領域の縦横比の一例である。

図 7 は、実施例 1 に関わる各階層の楕円比率の一例である。

図 8 は、実施例 1 に関わる第 1 階層のノード配置の一例である。

図 9 は、実施例 1 に関わる第 2 階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図 10 は、実施例 1 に関わる第 2 階層の楕円の一例である。

図 11 は、実施例 1 に関わる第 2 階層のノード配置の一例である。

図 12 は、実施例 1 に関わる第 3 階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図 13 は、実施例 1 に関わる第 3 階層の楕円の中心の一例である。

図 14 は、実施例 1 に関わる第 3 階層の楕円の一例である。

図 15 は、実施例 1 に関わる第 3 階層のノード配置の一例である。

図 16 は、実施例 1 における図 1 の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造の一部をツリー表示で表現した図の他の一例である。

図 17 は、実施例 1 における他の例に関わる各階層の楕円比率の一例である

図 18 は、実施例 1 における他の例に関わる第 1 階層のノード配置の一例である。

図 19 は、実施例 1 における他の例に関わる第 2 階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図 20 は、実施例 1 における他の例に関わる第 2 階層の楕円の一例である。

図 21 は、実施例 1 における他の例に関わる第 2 階層のノード配置の一例である。

図 22 は、実施例 1 における他の例に関わる第 3 階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図 23 は、実施例 1 における他の例に関わる第 3 階層の楕円の中心の一例である。

図 24 は、実施例 1 における他の例に関わる第 3 階層の楕円の一例である。

図 25 は、実施例 1 における他の例に関わる第 3 階層のノード配置の一例である。

図 26 は、図 1 に示すデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図 27 は、実施例 2 における最上位階層におけるノードを説明するための図である。

図 28 は、実施例 2 における第 2 位階層におけるノードの配置を説明するための図である。

図 29 は、実施例 2 における第 3 位階層におけるノードの配置を説明するための図である。

図 30 は、実施例 2 における表示例である。

図 31 は、実施例 2 における他の表示例である。

図 32 は、実施例 3 における図 1 のデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図 33 は、実施例 3 の最上位階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 34 は、図 33 の続きを示す図である。

図 3 5 は、実施例 3 の第二階層ノードの表示処理のノード配置円の中心点決定を説明する図である。

図 3 6 は、図 3 5 のノード配置円の一つの中心点を用いた第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 3 7 は、図 3 6 の続きを示す図である。

図 3 8 は、図 3 5 のノード配置円の別の中心点を用いた第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 3 9 は、図 3 8 の続きを示す図である。

図 4 0 は、図 3 9 の続きを示す図である。

図 4 1 は、実施例 3 の第三階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 4 2 は、図 4 1 の続きを示す図である。

図 4 3 は、実施例 4 における図 1 のデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図 4 4 は、図 1 の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した具体例である。

図 4 5 は、実施例 4 の最上位階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 4 6 は、図 4 5 の続きを示す図である。

図 4 7 は、実施例 4 の第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 4 8 は、図 4 7 の続きを示す図である。

図 4 9 は、実施例 4 の別の第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 5 0 は、図 4 9 の続きを示す図である。

図 5 1 は、実施例 4 の第三階層ノードの表示処理を説明する図である。

図 5 2 は、図 5 1 の続きを示す図である。

図 5 3 は、実施例 5 における図 1 のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図 5 4 は、実施例 5 における階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した図の一例である。

図 5 5 は、実施例 5 に関わる最上位階層ノード配置楕円の作成の一例である。

図 5 6 は、実施例 5 に関わる最上位階層ノード配置の一例である。

図 5 7 は、実施例 5 に関わる最上位階層ノードのリンク作成の一例である。

図 5 8 は、実施例 5 に関わる一部のノードが存在しない中間層の下位階層のノード配置楕円の作成の一例である。

図 5 9 は、実施例 5 に関わる下位階層ノード配置の一例である。

図 6 0 は、実施例 5 に関わる中間層ノード配置楕円の作成の一例である。

図 6 1 は、実施例 5 に関わる中間層ノード配置の一例である。

図 6 2 は、実施例 5 に関わる中間層ノード、下位階層ノードのリンク作成の一例である。

図 6 3 は、実施例 6 における図 1 のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図 6 4 は、実施例 6 における図 1 の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した図の一例である。

図 6 5 は、実施例 6 における表示領域の分割を説明する図である。

図 6 6 は、実施例 6 における最上位階層ノードの配置円の作成を説明する図である。

図 6 7 は、実施例 6 における最上位階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図 6 8 は、実施例 6 における第二階層ノード配置円の中心点の決定を説明する図である。

図 6 9 は、実施例 6 における下位階層なしの第二階層ノードの配置円とリンク作成を説明する図である。

図 7 0 は、実施例 6 における下位階層ありの第二階層ノードの配置円の作成を説明する図である。

図 7 1 は、実施例 6 における下位階層あり且つ他階層構造との接続ありの第二階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図 7 2 は、実施例 6 における下位階層ノードありの第二階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図 7 3 は、実施例 6 における第三階層ノード配置円の中心点の決定を説明す

る図である。

図 7 4 は、実施例 6 における第三階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図 7 5 は、実施例 6 における他階層構造との接続ありの第三階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図 7 6 は、実施例 6 における一方の階層構造に対応する図的表示例を示す図である。

図 7 7 は、実施例 6 における各々の階層構造に対応する図的表示例を示す図である。

図 7 8 は、実施例 6 における最終的な複合型階層構造の図的表示例を示す図である。

図 7 9 は、実施例 7 におけるデータ表示処理部の処理手順を示すフローチャートである。

図 8 0 は、実施例 7 における階層構造データ格納部に格納された階層構造データの一例をツリー表示で示した図である。

図 8 1 は、図 8 0 の階層構造データについて、ノードを放射円状に配置した図である。

図 8 2 は、実施例 7 による第 2 階層の偶数個のノードに対するリンク表示の一例を示す図である。

図 8 3 は、実施例 7 による第 2 階層の奇数個のノードに対するリンク表示の一例を示す図である。

図 8 4 は、図 8 0 の階層構造データについて、実施例 7 による処理結果の一例を示す図である。

図 8 5 は、図 1 におけるデータ表示処理部 3 0 の構成をより詳細に示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について図面により詳述する。

図1は、本発明が適用される装置構成例であり、階層構造に関するデータを入力する入力部10、入力された階層構造データを格納する階層構造データ格納部20、該格納された階層構造データを図的表示の階層構造図に変換するデータ表示処理部30、該変換された階層構造図を表示するディスプレイ40、これら各部の制御を行う制御部50から構成される。なお、階層構造データ格納部20には、階層構造データの他に、ディスプレイ40の表示領域に関するデータも格納される。本発明は、データ表示処理部30に特徴があり、階層データ格納部20に格納されたデータを用いて、大規模階層構造を同一画面上に見やすく表示するための処理がこのデータ表示処理部においてなされる。

以下では、実施例別にデータ表示処理部30における処理手順をフローチャートおよびその説明のための図面を用いて詳細に説明していく。

(実施例1)

以下、本発明の実施例1を図面を用いて具体的に説明する。

本発明の主要部であるデータ表示処理部30は、階層構造データ格納部20に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の楕円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、作成した階層構成図を制御部50を介してディスプレイ40へ表示する。

図4は、データ表示処理部30における処理手順を表したフローチャートの一例である。図4の処理手順のプログラムはあらかじめ装置に内蔵されていてもよいし、フロッピーディスクやCD-ROM等の記録媒体に記録されて、該記録媒体からロードすることでもよい。

まず、本実施例の第1の例における階層構造の楕円配置の処理過程を説明する。なお、本実施例での処理は次のような設定の下で行われるものとする。

(1) 階層構造データ格納部20には、図5のような3階層の階層構造のデータが格納されているものとする。図5は便宜上、階層構造データ格納部20に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。なお、階層構

造データ格納部 20 には階層構造データの他に、ディスプレイ 40 の表示領域に関するデータも格納されているものとする。

(2) 図 4 のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定 (ステップ S 1 1 0 1) では、階層毎の楕円の大きさは全て同一とし、同一楕円上に配置されるノード数について、各階層の平均値に応じて各階層の楕円の大きさの比を決定するものとする。ここでは (図 5 の例)、各階層のノード数の平均値は、第 1 階層が 4、第 2 階層が 8、第 3 階層が 8 となるものとする。楕円の短径 : 長径の比の決定 (ステップ S 1 1 0 2) では、楕円の短径 : 長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとする。ここでは、縦横比が 2 : 3 の表示領域に表示するものとし、楕円の短径 : 長径の比は、2 : 3 とする。楕円比率の決定 (ステップ S 1 1 0 3) では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定 (ステップ S 1 1 0 1) と楕円の短径 : 長径の比の決定 (ステップ S 1 1 0 2) で求めた比率で配分するものとする。

(3) 第 1 階層の楕円の作成 (ステップ S 1 1 0 4) では、先に求めた楕円比率に基づき第 1 階層の楕円を描くものとする。第 1 階層のノードの配置 (ステップ S 1 1 0 5) では、第 1 階層のノード数に応じて、楕円の円周を等分する位置にノードを配置するものとする。

(4) 第 2 階層の楕円の中心軌跡の作成 (ステップ S 1 1 0 6) では、第 1 階層の楕円の中心から、短径・長径が (第 1 階層の短径・長径 + 第 2 階層の楕円の短径・長径) となる大きさの楕円を作成するものとする。第 2 階層の楕円の中心位置の決定 (ステップ S 1 1 0 7) では、第 1 階層の楕円の中心と第 1 階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第 2 階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第 2 階層の楕円の中心とするものとする。第 2 階層の各楕円の作成 (ステップ S 1 1 0 8) では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定 (ステップ S 1 1 0 3) で求めた大きさの楕円を作成するものとする。第 2 階層のノードの配置 (ステップ S 1 1 0 9) では、第 1 階層の楕円の中心と第 1 階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第 2 階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を (楕円上に配する第 2 階層のノード数 + 1) 個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

(5) 第3階層の楕円の中心軌跡の作成(ステップS1110)では、各第2階層の楕円の中心から、短径・長径が(第2階層の短径・長径+第3階層の楕円の短径・長径)となる大きさの楕円を作成し、さらに、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が(第1階層の短径・長径+第3階層の楕円の短径・長径)となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第2階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、2つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第3階層の楕円の中心軌跡とするものとする。第3階層の楕円の中心位置の決定(ステップS1111)では、先に求めた第3階層の楕円の中心軌跡を(第2階層のノード数-1)個に等分し、2つの端点を含む分割点を第3階層の楕円の中心とするものとする。第3階層の各楕円の作成(ステップS1112)では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定(ステップS1103)で求めた大きさの楕円を作成するものとする。第3階層のノードの配置(ステップS1113)では、第2階層の楕円の中心と第2階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第3階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を(楕円上に配する第3階層のノード数+1)個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

図6から図15は、本実施例における階層構造の楕円配置の処理過程の具体的説明図である。以下、これを参照して処理過程を説明する。なお、図4に示すフローチャートを具体的に説明するために使用する図5から図15で用いられる符号と、他の図面で用いられる符号とが同じ場合があっても、図5から図15の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

まず、階層構造のデータを入力し、各階層のノード数の平均値を求めると、図5の例の場合、第1階層が4、第2階層が8、第3階層が8となる。そこで、各階層の楕円の大きさの比は、1:2:2と決定する(ステップS1101)。次に、図6のように、表示領域400の縦横比が2:3であるので、それに対応させて、楕円の短径:長径の比を2:3と決定する(ステップS1102)。次に、図6の表示領域400の縦横の長さを各階層の楕円の大きさの比1:2:2で分割して楕円の大きさを求める比率を算出し、各階層の楕円の短径・長径を、図7に示すように、第1階層は $\alpha 1 \cdot \alpha 2$ 、第2階層は $\beta 1 \cdot \beta 2$ 、第3階層は γ

1・ γ 2に決定する(ステップS1103)。その後、各階層の楕円の作成、ノードの配置を順次実行する。

まず、短径・長径が $\alpha 1 \cdot \alpha 2$ の第1階層の楕円Aを描く(ステップS1104)。そして、第1階層の4つのノード $m 1$ 、 $m 2$ 、 $m 3$ 、 $m 4$ を、楕円Aの円周を等分する位置に配置する(ステップS1105)。図8はこれを示したものである。

次に、第2階層の楕円の中心軌跡として、図9のように、第1階層の楕円Aの中心から、短径・長径が $\alpha 1 + \beta 1 \cdot \alpha 2 + \beta 2$ となる大きさの楕円bを作成する(ステップS1106)。次に、図10のように、楕円Aの中心Oと第1階層の各ノード $m 1$ 、 $m 2$ 、 $m 3$ 、 $m 4$ とを結ぶ直線の延長が、それぞれ楕円bと交わる交点 $i 1$ 、 $i 2$ 、 $i 3$ 、 $i 4$ を求めて、これら交点 $i 1$ 、 $i 2$ 、 $i 3$ 、 $i 4$ を各々第2階層の楕円の中心とし(ステップS1107)、短径・長径が $\beta 1 \cdot \beta 2$ の第2階層の楕円B1、B2、B3、B4を各々作成する(ステップS1108)。そして、第1階層のノード $m 1$ 配下の第2階層のノード $m 11 \sim m 19$ について、まず、楕円Aの中心Oとノード $m 1$ とを結ぶ直線の延長と楕円B1との交点を始点に楕円B1の円周を $(9 + 1)$ 個に等分し、該楕円B1上に、始点を除く分割点にノード $m 11 \sim m 19$ を配置する(ステップS1109)。図11はこれを示したものである。なお、図11では、中心Oとノード $m 1$ とを結ぶ直線上の延長と楕円B1との交点をノード $m 1$ と同じ点としている。以下、楕円B2 $\sim$ B4上へのノード $m 2$ 、 $m 3$ 、 $m 4$ 配下の第2階層ノード配置についても同様に行う。

次に、図12のように、楕円B1の中心 $i 1$ から、短径・長径が $\beta 1 + \gamma 1 \cdot \beta 2 + \gamma 2$ となる大きさの楕円 $c 1$ を作成し、さらに、楕円Aの中心Oから、短径・長径が $\alpha 1 + \gamma 1 \cdot \alpha 2 + \gamma 2$ となる大きさの楕円 c' を作成して、楕円 $c 1$ の円周の内、楕円 $c 1$ と楕円 c' の交点を端とする長い方の弧(図12の太線部分)を、楕円B1に属するノード $m 11 \sim m 19$ 配下の第3階層の楕円の中心軌跡とし(ステップS1110)、図13のように、これを $(9 - 1)$ 個に等分し、2つの端点を含む分割点 $j 1 \sim j 9$ をそれぞれノード $m 11 \sim m 19$ 配下の第3階層の楕円の中心とする(ステップS1111)。さらに、これら分割点 j

1 ~ j 9 を中心として、図 1 4 のように、短径・長径が $\gamma 1 \cdot \gamma 2$ のノード m 1 1 ~ m 1 9 配下の第 3 階層の楕円 C 1 1 ~ C 1 9 を作成する (ステップ S 1 1 1 2)。そして、まず、楕円 C 1 1 上に配置する第 3 階層のノード m 1 1 1 ~ m 1 1 9 について、楕円 C 1 1 の中心 j 1 とノード m 1 1 とを結ぶ直線の延長と楕円 C 1 1 との交点を始点に楕円 C 1 1 の円周を (9 + 1) 個に等分し、始点を除く分割点にノード m 1 1 1 ~ m 1 1 9 を配置する (ステップ S 1 1 1 3)、図 1 5 はこれを示したものである。以下、楕円 C 1 2 ~ C 1 9 へのノード配置についても同様に行う。

その後、楕円 B 2 ~ B 4 配下の第 3 階層のノード配置についても、もしも存在すれば、ステップ S 1 1 1 0 ~ S 1 1 1 3 を繰り返して同様に行えばよい。

上述の第 1 の例の説明においては、階層構図データ格納部 2 0 には、図 5 のような 3 階層の階層構造のデータが格納されているものとしたが、階層数や階層構造は任意である。

また、図 4 のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定 (ステップ S 1 1 0 1) では、階層毎の楕円の大きさは全て同一としたが、ノード数に応じて大きさを変化させてもよい。また、各階層のノード数の平均値に応じて各階層の楕円の大きさの比を決定するものとしたが、各階層のノード数の最大値に対応させてもいいし、階層に応じて大きさの算出に重みづけしてもよい。楕円の短径：長径の比の決定 (ステップ S 1 1 0 2) では、楕円の短径：長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとしたが、別に表示領域の縦横比に依存させなくてもよい。また、ここでは、図 6 のような表示領域に表示するものとしたが、表示領域の大きさは任意である。楕円比率の決定 (ステップ S 1 1 0 3) では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定 (ステップ S 1 1 0 1) と楕円の短径：長径の比の決定 (ステップ S 1 1 0 2) で求めた比率で配分するものとしたが、全階層の楕円を表示領域に一度に表示できなくてもよいならば、表示領域の大きさに依存させる必要はない。

第 1 階層のノードの配置 (ステップ S 1 1 0 5) では、第 1 階層のノード数に応じて、楕円の円周を等分する位置にノードを配置するものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく下位階層の構造に依存させてもよい。

第2階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップS1106）では、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が（第1階層の短径・長径+第2階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、階層毎の楕円の大きさが同一ではない場合は、最大の楕円の大きさの短径・長径を考慮するようにする。第2階層のノードの配置（ステップS1109）では、第1階層の楕円の中心と第1階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第2階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第2階層のノード数+1）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく下位階層の構造に依存させてもよい。

第3階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップS1110）では、各第2階層の楕円の中心から、短径・長径が（第2階層の短径・長径+第3階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成し、さらに、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が（第1階層の短径・長径+第3階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第2階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、2つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第3階層の楕円の中心軌跡とするものとしたが、階層毎の楕円の大きさが同一ではない場合は、最大の楕円の大きさの短径・長径を考慮するようにする。第3階層の楕円の中心位置の決定（ステップS1111）では、先に求めた第3階層の楕円の中心軌跡を（第2階層のノード数-1）個に等分し、2つの端点を合む分割点を第3階層の楕円の中心とするものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく各第3階層の楕円に配分するノード数に依存させてもよい。

次に、実施例1における第2の例の階層構造の楕円配置の処理過程を図面を用いて説明する。なお、本例の説明において使用する図6および図16から図25に使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図6および図16から図25の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

なお、本例での処理は次のような設定の下で行われるものとする。

(1) 階層構造データ格納部20には、図16のような3階層の階層構造のデー

タが格納されているものとする。

(2) 図4に示すデータ表示処理部30のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定(ステップS1101)では、楕円の大きさは配置するノード数に応じた大きさにするものとし、各階層で同一楕円上に配置するノード数の最大値を、階層の楕円の大きさの比として決定するものとする。ここでは(図16の場合)、各階層のノード数の最大値は、第1階層が4、第2階層が8、第3階層が10となるものとする。楕円の短径:長径の比の決定(ステップS1102)では、楕円の短径:長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとする。ここでは、図6のような表示領域に表示するものとし、楕円の短径:長径の比は、2:3とする。楕円比率の決定(ステップS1103)では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定(ステップS1101)と楕円の短径:長径の比の決定(ステップS1102)で求めた比率で配分して、ノード数から楕円の大きさを求める比率を算出するものとする。

(3) 第1階層の楕円の作成(ステップS1104)では、楕円比率の決定(ステップS1103)で算出された大きさの第1階層の楕円を描くものとする。第1階層のノードの配置(ステップS1105)では、第1階層の各ノード配下の第2階層のノード数に応じて、楕円の円周を分割し、ノードを配置するものとする。

(4) 第2階層の楕円の中心軌跡の作成(ステップS1106)では、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が(第1階層の短径・長径+第2階層の最大楕円の短径・長径)となる大きさの楕円を作成するものとする。第2階層の楕円の中心位置の決定(ステップS1107)では、第1階層の楕円の中心と第1階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第2階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第2階層の楕円の中心とするものとする。第2階層の各楕円の作成(ステップS1108)では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定(ステップS1103)で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとする。第2階層のノードの配置(ステップS1109)では、第1階層の楕円の中心と第1階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第2階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を(楕円上に配する第2階層の各ノード配下の

第3階層のノード数+1)個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第3階層のノード数に応じて配分して、各ノードを配置するものとする。

(5) 第3階層の楕円の中心軌跡の作成(ステップS1110)では、各第2階層の楕円の中心から、短径・長径が(第2階層の各楕円の短径・長径+第3階層の最大楕円の短径・長径)となる大きさの楕円を作成し、さらに、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が(第1階層の楕円の短径・長径+第3階層の最大楕円の短径・長径)となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第2階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、2つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第3階層の楕円の中心軌跡とするものとする。第3階層の楕円の中心位置の決定(ステップS1111)では、先に求めた第3階層の楕円の中心軌跡を(楕円上に配する第2階層の各ノード配下の第3階層のノード数-1)個に等分し、2つの端点を含む分割点を各ノード配下の第3階層のノード数に応じて配分して、第3階層の楕円の中心とするものとする。第3階層の各楕円の作成(ステップS1112)では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定(ステップS1103)で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとする。第3階層のノードの配置(ステップS1113)では、第2階層の楕円の中心と第2階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第3階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を(楕円上に配する第3階層のノード数+1)個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

図17から図25は、本例による階層構造の楕円配置の処理過程の具体的説明図である。以下、これを参照して処理過程を説明する。

まず、各階層のノード数の最大値を求めると、図16より、第1階層が4、第2階層が8、第3階層が10となる。そこで、各階層の楕円の大きさの比は、2:4:5とする(ステップS1101)。次に、先の図6に示したと同様に、表示領域の縦横比は2:3であるので、それに対応させて、楕円の短径:長径の比を2:3と決定する(ステップS1102)。次に、表示領域の縦横の長さを各階層の楕円の大きさの比2:4:5で分割して楕円の大きさを求める比率を算出し、各階層の最大楕円の短径・長径は、図17に示すように、第1階層は $\alpha 3$ ・ $\alpha 4$ 、第2階層は $\beta 3$ ・ $\beta 4$ 、第3階層は $\gamma 3$ ・ $\gamma 4$ に決定する(ステップS1

103)。その後、各階層の楕円の作成、ノードの配置を順次実行する。

まず、短径・長径が $\alpha_3 \cdot \alpha_4$ の第1階層の楕円Dを描く（ステップS1104）。図16の場合、第1階層の4つのノード n_1, n_2, n_3, n_4 配下の第2階層のノード数は、各々8, 6, 4, 6なので、そのノード数に応じて楕円Dの円周を分割し、4つのノードを配置する（ステップS1105）。図18はこれを示したものである。

次に、第2階層の楕円の中心軌跡として、図19のように、第1階層の楕円Dの中心から、短径・長径が $\alpha_3 + \beta_3 \cdot \alpha_4 + \beta_4$ となる大きさの楕円eを作成する（ステップS1106）。次に、図20に示すように、楕円Dの中心Oと第1階層の各ノード $n_1 \sim n_4$ とを結ぶ直線の延長が、それぞれ楕円eと交わる交点 k_1, k_2, k_3, k_4 を求めて、これら交点を各々第2階層の楕円の中心とし（ステップS1107）、配置するノード数に応じた大きさの第2階層の楕円E1、E2、E3、E4を各々作成する（ステップS1108）。そして、まず、楕円E1上に第2階層のノード $n_{11} \sim n_{18}$ を第3階層のノード数に応じて配置する（ステップS1109）。即ち、図16より、各ノード $n_{11} \sim n_{18}$ 配下の第3階層のノード数は、4, 6, 4, 3, 6, 4, 7, 5なので、楕円Dの中心とノード n_1 とを結ぶ直線の延長と楕円E1との交点を始点に楕円E1の円周を $4 + 6 + 4 + 3 + 6 + 4 + 7 + 5 + 1 = 40$ 個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第3階層のノード数に応じて配分して、各ノード $n_{11} \sim n_{18}$ を配置する。以下、楕円E2～E4へのノード配置についても同様に行う。図21はこれを示したものである。

次に、図22のように、楕円E1の中心から、短径・長径が $\beta_3 + \gamma_3 \cdot \beta_4 + \gamma_4$ となる大きさの楕円f1を作成し、さらに、楕円Dの中心から、短径・長径が $\alpha_3 + \gamma_3 \cdot \alpha_4 + \beta_4$ となる大きさの楕円f'を作成して、楕円f1の円周の内、楕円f1とf'の交点を端とする長い方の弧（図22の太線）を、楕円E1に属するノード $n_{11} \sim n_{18}$ 配下の第3階層の楕円の中心軌跡とする（ステップS1110）。次に、この中心軌跡を $39 - 1$ 個に等分し、2つの端点を含む分割点を各ノード $n_{11} \sim n_{18}$ 配下の第3階層のノード数に応じて配分して、図23の $q_1 \sim q_8$ のように、各々第3階層の楕円の中心とする（ステップ

S 1 1 1 1)。さらに、これら配分点 $q_1 \sim q_8$ を中心として、図24のように短径・長径が $\gamma_3 \cdot \gamma_4$ のノード $n_{11} \sim n_{18}$ 配下の第3階層の楕円 $F_{11} \sim F_{18}$ を作成する(ステップS 1 1 1 2)。そして、まず、楕円 F_{11} 上に配置する第3階層のノード $n_{111} \sim n_{114}$ について、楕円 F_{11} の中心 q_1 とノード n_{11} とを結ぶ直線の延長と楕円 F_{11} との交点を始点に楕円 F_{11} の円周を $(4+1)$ 個に等分し、始点を除く分割点にノード $n_{111} \sim n_{114}$ を配置する(ステップS 1 1 1 3)。楕円 $F_{12} \sim F_{18}$ へのノード配置についても同様に行う。図25はこれを示したものである。

その後、楕円 $E_2 \sim E_4$ 配下の第3階層のノード配置についても、もしも存在すれば、ステップS 1 1 1 0 $\sim$ S 1 1 1 3を繰り返して同様に行う。

上述の実施例1における第2の例の説明においては、階層構造データ格納部20には、図16のような3階層の階層構造のデータが格納されているものとしたが、階層数や階層構造は任意である。

また、データ表示処理部30にかかる図4のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定(ステップS 1 1 0 1)では、楕円の大きさは配置するノード数に応じた大きさにするものとしたが、階層に応じて大きさの算出に重みづけしてもよい。楕円の短径:長径の比の決定(ステップS 1 1 0 2)では、楕円の短径:長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとしたが、別に表示領域の縦横比に依存させなくてもよい。また、ここでも、表示領域の縦横比は2:3としたが、表示領域の大きさは任意である。楕円比率の決定(ステップS 1 1 0 3)では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定(ステップS 1 1 0 1)と楕円の短径:長径の比の決定(ステップS 1 1 0 2)で求めた比率で配分して、ノード数から楕円の大きさを求める比率を算出するものとしたが、全階層の楕円を表示領域に一度に表示できなくてもよいならば、表示領域の大きさに依存させる必要はない。

第1階層のノードの配置(ステップS 1 1 0 5)では、第1階層の各ノード配下の第2階層のノード数に応じて、楕円の円周を分割し、ノードを配置するものとしたが、配下の階層のノード全てを考慮してもよい。また、円周の長さを分割するのではなく、中心の角度等で分割してもよい。

第2階層の楕円の中心位置の決定（ステップS1107）では、第1階層の楕円の中心と第1階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第2階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第2階層の楕円の中心とするものとしたが、楕円の大きさに応じて、第1階層の楕円の中心からの距離を変化させてもよい。第2階層のノードの配置（ステップS1109）では、第1階層の楕円の中心と第1階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第2階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第2階層の各ノード配下の第3階層のノード数+1）個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第3階層のノード数に応じて配分して、各ノードを配置するものとしたが、ノードの配置の仕方は任意で、円周の長さではなく、中心の角度等で分割してもよい。

第3階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップS1110）では、各第2階層の楕円の中心から、短径・長径が（第2階層の各楕円の短径・長径+第3階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、「第3階層の最大楕円の短径・長径」に関しては、第3階層の楕円全てを考慮するのではなく、その第2階層の楕円上に配するノード配下の第3階層の楕円のうちで最大の楕円の短径・長径としてもよい。また、第1階層の楕円の中心から、短径・長径が（第1階層の短径・長径+第3階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、同様に「第3階層の最大楕円の短径・長径」に関しては、各第2階層の楕円上に配するノード配下の第3階層の楕円のうちで最大の楕円の短径・長径としてもよい。第3階層の楕円の中心位置の決定（ステップS1111）では、先に求めた第3階層の楕円の中心軌跡を（楕円上に配する第2階層の各ノード配下の第3階層のノード数-1）個に等分し、2つの端点を含む分割点を各ノード配下の第3階層のノード数に応じて配分して、第3階層の楕円の中心とするものとしたが、円弧の長さで分割するのではなく、中心の角度等で分割してもよい。第3階層の各楕円の作成（ステップS1112）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップS1103）で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとしたが、楕円の大きさに応じて、第2階層の楕円の中心からの距離を変化させてもよい。第3階層のノードの配置（ステップS1113）では、第2階層の楕円の中心と第2階層の各ノード

ドとを結ぶ直線の延長が、各第3階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第3階層のノード数+1）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとしたが、配置の仕方は任意で、他の楕円との配置関係を考慮してもよい。また、さらに下位階層がある場合は、下位階層の構造に依存させてもよい。

以上説明したように、実施例1に示す本発明によれば、階層構造を図的に表現して、特定ノードの上下階層関係を表示する際に、同一階層に属するノードを同一楕円上に配置し、特定のノードについて上下階層のノードとの関係の把握を重視するために、上下階層の楕円が重複しないように上位楕円の外側に下位楕円を配置することにより、多数のノードから構成される大規模階層構造の上下関係を同一画面上に見やすく表示することができ、同一階層のノードを楕円状に配置することにより、構造表現の規則性を保ちつつ限られた表示領域内にノードを空間的に効率良く配置することができるという利点がある。

また、同一楕円上に配置するノード数に応じて楕円の大きさを変化させることによって、ノード数の多少による楕円上への配置の粗密を緩和させることができ、楕円の大きさに応じて同一階層の楕円の配置を変化させることによって、同一階層の楕円の重なり度合を均等にすることができ、さらに、下位階層の楕円の配置に応じて、上位階層の楕円上へのノード配置を変化させることによって、下位階層の楕円との位置関係が最適な位置に上位階層のノードを配置させることができるという利点がある。

（実施例2）

以下、実施例2について図面により詳述する。

本実施例における、データ表示処理部30は、階層構造データ格納部20に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、さらに均等分割角を用いて円の円周上に各階層のノードを配置する位置を算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部50

を介してディスプレイ40へ表示するものである。

本実施例は上述したように、特に、楕円を円に限定して、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、さらに均等分割角を用いて円の円周上に各階層のノードを配置する位置を算出する階層構造の図的表示に関する。

図26は、データ表示処理部30における処理手順の一実施例を示したフローチャートである。ここでは、図26に基づき、3階層の階層構造を有する場合の階層構造図の表示について説明する。

なお、本実施例の具体的処理の例の説明において使用する図27から図31に使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図27から図31の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

〈前処理〉

階層構造図を作成するために、階層構造データ格納部20から階層構造に関するデータ及び階層構造図を表示するディスプレイ40の表示領域に関するデータを読み込む（ステップS2110、S2120）。

〈最上位階層ノード配置〉

図27は、最上位階層におけるノードの配置を説明するための図である。ここで、 w_1 と w_2 は表示領域の縦横の辺で、ここでは $w_1 < w_2$ とする。最上位階層に関し、まず、ノード数から均等分割角 α を $\alpha = 360^\circ / i$ （ i ：最上位階層に属するノード数、 $i \geq 2$ とする）として算出する（ステップS2130）。次に、図27に示すごとく、表示領域の中心点aから垂線 f_1 を下ろし、辺 w_2 との交点をbとし、aから f_1 が均等分割角 α の二等分線となるように直線 f_2 、 f_3 を引き、 w_2 との交点をそれぞれc、dとして、二等辺三角形 $\triangle acd$ を決定する（ステップS2140）。次に、cより $\angle acd$ の二等分線 l_4 を引き、 f_1 との交点をeとし、eを中心点として $\triangle acd$ に内接する円の半径Mを求め、内接円Uを決定する（ステップS2150）。次に、最上位階層のノードを配置する円として、aを中心点とし、半径 L （ $L = 0.5w_1 - 2M$ ）の円Vを描く（ステップS2160）。そして、均等分割角 α を用いて、円Vの円周上に第1階層に属するノード $p_1, p_2, \dots, p_i$ （ i はノード数）を等間隔に

配置する（ステップS2170）。この場合、 p_1 は f_1 と該円Vの円周との交点上に配置し、 p_2 は例えば、時計回りに、 a から $\angle f_1 \cdot a \cdot f_5 = \alpha$ となるように直線 f_5 を引き、円Vの円周との交点に配置し、以下同様にして、順次、 $p_3, \dots, p_i$ を配置する。なお、最上位階層に属するノード数が1の場合は、表示領域の中心点 a にノードを配置すればよい。

〈第2位階ノード配置〉

図28は、第2位階層におけるノードの配置を説明するための図である。図28に示すごとく、まず、第2階層ノードの中心点群を配置するための中心円として、 a を中心点とし、半径 $N = L + M$ （すなわち a と e を結ぶ直線の長さ）の円Wを描く（ステップS2180）。次に、ステップS2150で求めた点 e を第2階層ノードの中心点群の第1の中心点とし、以下、 f_5 と円Wとの交点 e_2 を求めて第2の中心点とし、同様にして、中心点 $e_3, \dots, e_j$ を求める（ステップS2190）。

次に、中心点 e に注目し、 p_1 配下の当該第2階層ノードのノード数から、均等分割角 β を $\beta = 360^\circ / m + 1$ （ m ： p_1 配下の第2階層に属するノード数、 $m \geq 2$ とする）として算出する（ステップS2200）。次に、 e から w_2 に下ろした垂線 f_M が均等分割角 β の二等分線となるように直線 f_6, f_7 を引き、 w_2 との交点をそれぞれ f, g として、二等辺三角形 $\triangle efg$ を決定する（ステップS2210）。次に、 f より $\angle efg$ の二等分線 f_8 を引き、 f_M との交点を h とし、 h を中心点として $\triangle efg$ に内接する円の半径 P を求め、内接円Xを決定する（ステップS2220）。次に、ノードを配置する円として、 e を中心点とし、半径 Q （ $Q = M - 2P$ ）の円Yを描く（ステップS2230）。そして、均等分割角 β を用いて、円Yの円周上に、 p_1 配下の第2階層に属するノード $q_1, q_2, \dots, q_m$ （ m はノード数）を等間隔に配置する（ステップS2240）。ここで、 a, e を結ぶ直線 f_E と円Yとの交点を q_0 とする。この q_0 は、最上位ノード p_1 と当該第2階層ノードを結ぶリンクの通り道となることから、該 q_0 にはノードを配置せず、 e から時計回りに、 $\angle f_E \cdot e \cdot f_9 = \beta$ となるように直線 f_9 を引き、円周との交点に q_1 を配置する。同様にして $q_2, \dots, q_m$ を配置する。なお、ノード数が1の場合は、前記中心点 e にノードを配置す

ばよい。

以下、第2階層ノードの各中心点 $e_2, e_3, \dots, e_j$ について、ステップ S 2 2 0 0 からステップ S 2 2 4 0 の作業を繰り返し、第2階層に属するノードを全て配置する（ステップ S 2 2 5 0）。

〈第3位階層ノード配置〉

図29は、第3位階層におけるノードの配置を説明するたための図である。ここでは、便宜上、最上位階層ノード p_1 配下の第3階層ノードの配置について説明する。図29に示すごとく、まず、 p_1 配下の第3階層ノードの中心点群を配置するための中心円として、 e を中心点として、半径 R ($R = P + Q$) の円 Z を描く（ステップ S 2 2 6 0）。次に、第2階層ノード q_1 配下の第3階層ノードの中心点として、 f_9 と円 Z との交点を h_1 とし、該 h_1 を中心点として半径 P の円 X_1 を描く（ステップ S 2 2 7 0）。次に、ノード数から均等分割角 γ を $\gamma = 360^\circ / n + 1$ (n : q_1 配下の第3階層に属するノード数、 $n \geq 2$ とする) として算出する（ステップ S 2 2 8 0）。そして、円 X_1 の円周上に q_1 配下の第3階層に属するノード $r_1, r_2, \dots, r_n$ を等間隔する（ステップ S 2 2 9 0）。ここで、 r_1 は、 h_1 から時計回りに、 $\angle e \cdot h_1 \cdot r_1 = \gamma$ となるように円 X_1 の円周上に配置する。同様に、順次、 $r_2, \dots, r_n$ を配置する。なお、ノード数が1の場合は、前記中心点 h_1 にノードを配置すればよい。

同様にして、 $q_2, \dots, q_m$ に関する円 Z との交点 $h_2, \dots, h_m$ を求め、円 $X_2, \dots, X_m$ を描き、ステップ S 2 2 8 0、S 2 2 9 0 の作業を繰り返し、円 $X_3, \dots, X_m$ の円周上に、 $q_2 \dots, q_m$ 配下の第3階層に属するノードを配置する（ステップ S 2 3 0 0）。

図26のフローチャートでは省略したが、このようにして作成された階層構造図を、ディスプレイ40に表示する場合には、読み込んだ階層構造データに基づいて、ノードとノードを例えば直線で接続して表示すればよい。

図30は、本実施例を3階層構造に適用した場合の表示例であり、最上位階層ノード数が5、第2位階層ノード数が30、第3位階層ノード数が260であるが、同様にノードやリンクの間隔は十分広く確保されている。

図31は、本実施例によるデータ表示処理語の他の適用例であり、3階層構造

において、最上位階層ノード数が7、第2位階層ノード数が49、第3位階層ノード数が490であるが、同様にノードやリンクの間隔は十分広く確保されている。

以上説明したように、実施例2に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合、最上位階層に属するノードについては、ディスプレイの表示領域の中心点を用いて描いた円の円周上に、当該階層に属するノード数から算出される均等分割角を用いて等間隔に配置し、第2階層以下のノードについては、最上位ノードを配置した円の外側の表示領域の周辺部全域にわたって、階層およびノード数に応じて大きさが最大となるように算出され、描画された円の円周上に配置することにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示するとともにノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

(実施例3)

本実施例におけるデータ表示処理部30の処理は、階層構造データ格納部20に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部50を介してディスプレイ40へ表示する。

以下に、実施例3にかかる階層構造の図的表示を具体的に説明する。

本実施例は、最上位階層ノードの表示処理と下位階層ノードの表示処理を同一処理手順の繰り返しで行うが、特に、ノード配置円の大きさやノード配置を”下位階層のノード数”を考慮して算出する実施例である。

図32は、図1のデータ表示処理部30における本実施例の処理手順を表わしたフローチャートの一例である。同一階層ノードの表示処理S3230は、ノード配置円の中心点の決定処理S3231と同一階層ノードに属するノードの表示処理S3232に大別される。ここで、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理S3232は、その上位階層ノードの数だけ繰り返され、さらに、ノード配置円の中心点の決定処理S3231と当該同一上位階層ノードに属するノード

の表示処理 S 3 2 3 2 とは、下位階層のあるノードの数だけ繰り返される。

同一階層ノードの表示処理 S 3 2 3 0 において、ノード配置円の中心点の決定 S 3 2 3 1 では、上位階層ノード配置円の中心点から、上位階層ノード配置円を作成した時の内接円の中心までの距離を半径とする円を作成し、上位階層ノード配置円の中心点から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する。ただし、最上位階層のノード配置円の中心点は、表示領域の中心とする。

同一上位階層ノードに属するノードの表示処理 S 3 2 3 2 において、表示領域の決定 S 3 2 3 3 では、ノード配置円の中心点の決定 S 3 2 3 1 で決定した点を中心とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域とする。ただし、最上位階層の表示領域は、表示領域データの読み込み S 3 2 2 0 で読み込んだ領域全体とする。分割角の重みづけ S 3 2 3 4 では、各ノードの最下位階層のノード数によって、重みづけを行う。この際、最上位階層以外では、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノード n_0 を第一のノードとして加える。下位階層がない場合は、分割角を等分する。分割角の算出 S 3 2 3 5 では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角 a° に対して、分割角の最大値は $(90 + a/2)^\circ$ となるようにする。内接円の作成 S 3 2 3 6 では、分割角の算出 S 3 2 3 5 で算出した最大分割角で区分した表示領域内の領域に対する内接円を作成する。ただし、最下位階層の場合、この内接円の作成 S 3 2 3 6 はスキップする。ノードの配置円の作成 S 3 2 3 7 では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成する。ただし、最下位階層では、表示領域の決定 S 3 2 3 3 で求めた表示領域の円をノード配置円とする。ノードの配置 S 3 2 3 8 では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成 S 3 2 3 9 では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。上位階層とのリンク作成 S 3 2 4 0 では、上位階層の円の中心点から現注目階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ。

以下に、本実施例の動作例を説明する。本実施例でも、表示対象の階造構造は

図 4 4 に示す構造とし、さらに、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位階を除きすべて接続関係があるものとする。本実施例による具体的処理過程を図 3 3 から図 4 2 に示す。

なお、本実施例の動作例の説明において使用する図 4 4 および図 3 3 から図 4 2 使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図 4 4 および図 3 3 から図 4 2 の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

最初に、階層構造図を作成するために、図 4 4 のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレイの表示領域に関するデータを読み込む（ステップ S 3 2 1 0、S 3 2 2 0）。

次に、まず、最上位階層ノード n 1 ~ n 5 の表示処理 S 3 2 3 0 を実行する。図 3 3 と図 3 4 は、このときの処理過程を示した図である。

最上位階層に関して、ノード配置円の中心点 1 5 0 1 を表示領域の中心と決定する（ステップ S 3 2 3 1）。その後、以下の処理 S 3 2 3 2 を実行する。最上位階層の表示領域として、表示領域データの読み込み S 3 2 2 0 で読み込んだ領域全体とする（ステップ S 3 2 3 3）。各ノードの最下位階のノード数から各ノードの分割角を、本例では 5、8、9、4、4 と重みづけする（ステップ S 3 2 3 4）。そのうち最大が 9 であるため、最大分割角は、 $360^{\circ} \times (9 / (5 + 8 + 9 + 4 + 4)) = 108^{\circ}$ と算出される（ステップ S 3 2 3 5）。現注目階層は最下位階層ではないので、円の中心点 1 5 0 1 から表示領域の境界 1 5 0 2 までの最短距離の直線 1 5 0 3 を二等分線とする 108° の角で区分した領域（図 3 3 では 1 5 0 1、1 5 0 4、1 5 0 5 で囲まれた領域）を作成し、この領域の内接円 1 5 1 0 を作成する（ステップ S 3 2 3 6）。表示領域の中心点 1 5 0 1 から、該作成した内接円 1 5 1 0 が円の中心点から表示領域の境界までの最短距離の直線 1 5 0 3 と交差する点 1 5 0 6 までを半径とする円 1 5 0 0 をノード配置円として作成する（ステップ S 3 2 3 7）。重みづけした分割角にしたがって、ノード配円 1 5 0 0 を 60° 、 96° 、 108° 、 48° 、 48° に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノード n 1 ~ n 5 を配置する（ステップ S 3 2 3 8）。これらのノード n 1 ~ n 5 を直線で結び、図 3 4 のようにリンクを作成

する（ステップS 3 2 3 9）。

現注目階層に対する上位階層はないので、当該最上位階層に関するノード表示処理は終わり、次に、第二階層のノード表示処理S 3 2 3 0に進む。

まず、最上位階層のノードn 1～n 5に属する第二階層のノードn 1 1～n 5 4に関して、最上位階層のノード配置円の中心点から、最上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円の中心までの距離を半径とする円（これを図3 3に1 5 3 0で示す）を作成し、図3 5に示すように、最上位階層ノード配置円の中心点から最上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々e 1～e 5として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップS 3 2 3 1）。

次に、まず、ノードn 1に属する第二階層のノードn 1 1～n 1 5に関して表示処理S 3 2 3 2を実行する。図3 6と図3 7は、このときの処理過程を示した図である。まず、点e 1を中心とするノードn 1の分割角の延長線との内接円1 8 0 0を当該ノードの表示領域とする（ステップS 3 2 3 3）。ノードn 1 1～n 1 5には下位階層がないので、該ノード数5に仮想ノードn 0を加えた6で分割角を等分する（ステップS 3 2 3 4）。したがって、各分割角は $360^{\circ} / (5 + 1) = 60^{\circ}$ となる（ステップS 3 2 3 5）。ノードn 1 1～n 1 5は最下位階層なので、表示領域の決定S 3 2 3 3で求めた表示領域の円1 8 0 0をノード配置円とする（ステップS 3 2 3 7）。該ノード配置円1 8 0 0を 60° に等分し、図3 6のように、各角の二等分線と円周との交点にノードn 0、n 1 1～n 1 5を配置する（ステップS 3 2 3 8）。ノードn 1 1～n 1 5は最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップS 3 2 3 9は省略し、ノードn 1とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現注目階層の円の中心点への直線1 8 0 1上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け（ここでは、e 1点とする）、図3 7のように、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップS 3 2 4 0）。

次に、ノードn 2に属する第二階層のノードn 2 1～n 2 4に関して表示処理S 3 2 3 2を実行する。図3 8から図4 0は、このときの処理過程を示した図である。まず、点e 2を中心とするノードn 2の分割角の延長線との内接円として

、図38に示すような円2010をそのノードの表示領域とする（ステップS3233）。ノードn21～n24には下位階層があるため、仮想ノードn0を第一のノードとして加え、各ノードの最下位階層のノード数から各ノードの分割角を1, 2, 2, 2, 2と重みづけする（ステップS3234）。最大が2であるため、最大分割角は、 $360^\circ \times (2 / (1 + 2 + 2 + 2 + 2)) = 80^\circ$ と算出される（ステップS3235）。ノードn21～n29は最下位階層でないため、円2010の中心点e2から表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする80°の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円2110を作成する（ステップS3236）。点e2から、作成した内接円までの距離を半径とする図39のような円2100をノード配置円として作成する（ステップS3237）。重みづけした分割角にしたがって、ノード配置円2100を40°, 80°, 80°, 80°, 80°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードn0、n21～n24を順に配置する（ステップS3238）。これらのノードn0、n21～n24を直線で結び、リンクを作成する（ステップS3239）。さらに、ノードn2とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、図40のように、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップS3240）。

ノードn3に属する第二階層のノードn31～n33、ノードn4に属する第二階層のノードn41～n44、ノードn5に属する第二階層のノードn51～n54に関しても同様に表示処理S3232を実行する。

次に、第三階層のノード表示処理S3230に進む。まず、ノードn21～n24に属する第三階層のノードについて表示処理S3230を実行する。図41と図42は、このときの処理過程の一部を示した図である。

ノードn21～n24に属する第三階層のノードに関して、まず、上位階層ノード配置円（図39の2100）の中心点e2から、該上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円（図39の2110）の中心までの距離を半径とする円を作成し（これを図39に2120で示す）、図41に示すように、点e2から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々e21～e24として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する

(ステップ S 3 2 3 1)。

次に、まず、ノード n 2 1 に属する第三階層のノードに関して表示処理 S 3 2 3 2 を実行する。まず、点 e 1 1 を中心とするノード n 1 1 の分割角の延長線との内接円 2 3 0 0 を当該ノードの表示領域とする (ステップ S 3 2 3 3)。下位階層がないので、ノード数 2 に仮想ノード n 0 を加えた 3 で分割角を等分する (ステップ S 3 2 3 4)。したがって、各分割角は $360^{\circ} / (2 + 1) = 120^{\circ}$ となる (ステップ S 3 2 3 5)。該注目階層は最下位階層なので、表示領域の決定 S 3 2 3 3 で求めた表示領域の円 2 3 0 0 をノード配置円とする (ステップ S 3 2 3 7)。該ノード配置円 2 3 0 0 を 120° に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する (ステップ S 3 2 3 8)。該注目階層は最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、処理 S 3 2 3 9 は省略し、ノード n 1 1 とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、図 4 2 のように、基点と各ノードを直線で結ぶ (ステップ S 3 2 4 0)。

ノード n 2 2 ~ ノード n 2 4 に属する第三階層のノードに関しても、同様に表示処理 S 3 2 3 2 を実行する。さらに、ノード 3 1 ~ n 3 3 に属する第三階層のノードに関して表示処理 S 3 2 3 0 を実行する。

ここで、同一上位階層ノードに属するノードの表示 S 3 2 3 2 において、表示領域の決定 S 3 2 3 3 では、ノード配置円の中心点の決定 S 3 2 3 1 で決定した点を中心とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域としたが、上位階層ノードの分割角の延長線内を全て表示領域としてもよい。分割角の重みづけ S 3 2 3 4 では、各ノードの最下位階層のノード数によって重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、最下位階層だけではなく、下位の全ての階層のノード数で重みづけを行ってもよい。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、等分ではなく表示領域に応じて配分してもよい。分割角の算出 S 3 2 3 5 では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角 a° に対して、分割角の最大値は $(90 + a / 2)^{\circ}$ となるようにしたが、設定する最大値は任意である。ノード配置円の作成 S 3 3 2 7 では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径と

する円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でもよい。最下位階層では、表示領域の決定 S 3 2 3 3 で求めた表示領域の円をノード配置円としたが、それよりも小さい半径の円でもよい。同一円内ノードのリンク作成 S 3 3 2 9 では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成 S 3 2 4 0 では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

なお、上述の実施例の説明においては、図 1 の階層構造データ格納部 2 0 には、図 4 4 のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意である。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

以上説明したように、実施例 3 に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、その下位階層に属するノードをさらに放射状に円を配置して表示し、同一円周上のノードを下位階層のノード数に応じて配置することにより、下位階層が大きいノードに対して、下位階層のノードの表示領域を広くとることができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

(実施例 4)

本実施例におけるデータ表示処理部 3 0 の処理は、階層構造データ格納部 2 0 に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部 5

0 を介してディスプレイ 40 へ表示する。

以下に、実施例 4 にかかる階層構造の図的表示を具体的に説明する。

なお、本実施例は、最上位階層に属するノードについては、表示部の表示領域の中心点を中心に描いた円の円周上に配置し、第 2 階層以下のノードについては、上位階層の円の外側に配置するようにするが、特に、これらの円の大きさやノード配置を”下位階層の階層数”を考慮して算出する実施例である。

図 4 3 は、図 1 のデータ表示処理部 30 における本実施例の処理手順を表わしたフローチャートの一例である。最上位階層ノードの表示処理 S 3 1 3 0 において、ノード配置円の中心点の決定 S 3 1 3 1 では、最上位階層のノード配置円の中心点を表示領域の中心とする。分割角の重みづけ S 3 1 3 2 では、各ノードの下位の階層数によって重みづけを行う。最大分割角の算出 S 3 1 3 3 では、重みづけをもとに各ノードの分割角のうちの最大分割角を算出する。内接円の作成 S 3 1 3 4 では、この算出された最大分割角で区分した領域に対し、ノード配置円の中心点から表示領域の境界までの最短距離部分で内接円を作成する。ノード配置円の作成 S 3 1 3 5 では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円すなわちノード配置円を作成する。ノードの配置 S 3 1 3 6 では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成 S 3 1 3 7 では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。

同一階層ノードの表示処理 S 3 1 4 0 は、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理 S 3 1 4 1 が上位階層ノードの数だけ繰り返され、さらに、これが下位階層のあるノードの数だけ繰り返される。

同一上位階層ノードに属するノードの表示処理 S 3 1 4 1 において、表示可能領域の決定 S 3 1 4 2 では、上位階層ノードの分割角の延長線と上位階層ノード配置円作成時の内接円で閉じた領域を当該ノードの表示可能領域とする。ただし、第 2 階層ノード配置円の表示可能領域は、最上位階層ノードの分割角の延長線と表示領域の境界で閉じた領域を表示可能領域とする。内接円の作成 S 3 1 4 3 では、表示可能領域の決定 S 3 1 4 2 で決定された領域に対して、最大内接円を

作成する。ノード配置円の中心点の決定 S 3 1 4 4 では、内接円の作成 S 3 1 4 3 で作成された内接円の中心をノード配置円の中心点とする。ノード配置円の半径の算出 S 3 1 4 5 では、下位階層のノードの内少なくとも 1 つのノードに更に下位階層がある場合は、前記内接円の半径の $1/5$ に、下位階層の全てのノードが最下位階層の場合、もしくは現注目階層が最下位階層の場合は、前記内接円の半径の $1/2$ に設定する。分割角の重みづけ S 3 1 4 6 では、各ノードの下位の階層数によって重みづけを行う。この際、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノード n_0 を第一のノードとして加える。下位階層がない場合は、分割角を等分する。ノードの配置 S 3 1 4 7 では、ノード配置円の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線を基線として第一のノード（仮想ノード n_0 ）に対する分割角の二等分線とし、順に各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成 S 3 1 4 8 では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。上位階層とのリンク作成 S 3 1 4 9 では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ。

以下に、本実施例の動作例を説明する。なお、本実施例の動作例の説明において使用する図 4 4 から図 5 2 で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図 4 4 から図 5 2 の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

以下の動作例において、表示対象の階層構造は図 4 4 に示す構造とする。さらに、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。図 4 4 の階層構造について、本実施例による具体的処理過程を図 4 5 から図 5 2 に示す。

最初に、階層構造図を作成するために、図 4 4 のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレイの表示領域に関するデータを読み込む（ステップ S 3 1 1 0, S 3 1 2 0）。

次に、まず、最上位階層ノード $n_1 \sim n_5$ の表示処理 S 3 1 3 0 を実行する。図 4 5 と図 4 6 は、このときの処理過程を示した図である。

最上位階層に関して、ノード配置円の中心点 6 0 1 を表示領域の中心と決定す

る（ステップS3131）。各ノードn1～n5の階層数から、ここでは、各ノードの分割角を2, 3, 3, 2, 2と重みづけする（ステップS3132）。そのうち最大が3であるため、最大分割角は、 $360^\circ \times (3 / (2 + 3 + 3 + 2 + 2)) = 90^\circ$ と算出される（ステップS3133）。中心点601から表示領域の境界602までの最短距離の直線603を二等分線とする最大分割角90°の角で区分した領域（図45の601, 604, 605で囲まれた領域）を作成し、その領域の内接円610を作成する（ステップS3134）。表示領域の中心点601から、作成した内接円610が中心点601から表示領域の境界までの最短距離の直線603と交差する点606までを半径とする円600をノード配置円として作成する（ステップS3135）。重みづけした分割角にしたがって、円600を60°, 90°, 90°, 60°, 60°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードn1～n5を配置する（ステップS3136）。これらのノードを直線で結び、図46のようにリンクを作成する（ステップS3137）。

次に、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理S3141として、まず、ノードn1に属する第二階層のノードn11～n15に関して表示処理を実行する。図47と図48は、このときの処理過程を示した図である。まず、最上位階層のノード配置円の中心点からの上位階層ノードn1の分割角の延長線604, 605が、表示領域の境界とで区切られた領域（ここでは、図45の601, 604, 605で囲まれた領域と同一領域）を当該ノードの表示可能領域とする（ステップS3142）。この表示領域の内接円810を作成する（ステップS3143）。この内接円810の中心をノード配置円の中心点と決定する（ステップS3144）。現在注目の階層は最下位階層なので、内接円810の半径の1/2の長さをノード配置円の半径としてノード配置円800を作成する（ステップS3145）。ノードn11～n15には下位階層がないので、そのノード数5に仮想ノードn0を加えた6で分割角を等分する（ステップS3146）。ノード配置円800の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線801を基線として、これを第一のノード（仮想ノードn0）に対する分割角の二等分線とし、 $360^\circ / (5 + 1) = 60^\circ$ ずつに分割して、図47に示すように、各角

の二等分割線と円周との交点に仮想ノード n_0 からノード $n_{11} \sim n_{15}$ を順に配置する (ステップ S 3 1 4 7)。これらのノード $n_{11} \sim n_{15}$ を直線で結び、リンクを作成する (ステップ S 3 1 4 8)。さらに、ノード n_1 とのリンクとして、最上位階層の円 (図 4 5 の 6 0 0) の中心点から現階層の円 8 0 0 の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点 9 0 0 を設け、図 4 8 のように、基点 9 0 0 と各ノードを直線で結ぶ (ステップ S 3 1 4 9)。

次に、ノード n_2 に属する第二階層のノード $n_{21} \sim n_{24}$ に関して表示処理 S 3 1 4 1 を実行する。図 4 9 と図 5 0 は、このときの処理過程を示した図である。まず、最上位階層のノード配置円の中心からの、上位階層ノード n_2 の分割角の延長線 1 0 0 2、1 0 0 3 が表示領域の境界とで区切られた領域を当該ノードの表示可能領域とする (ステップ S 3 1 4 2)。この表示領域の内接円 1 0 1 0 を作成する (ステップ S 3 1 4 3)。この内接円 1 0 1 0 の中心をノード配置円の中心点と決定する (ステップ S 3 1 4 4)。該階層のノードには更に下位階層があるので、内接円 1 0 1 0 の半径の $1/5$ の長さをノード配置円の半径としてノード配置円 1 0 0 0 を作成する (ステップ S 3 1 4 5)。仮想ノード n_0 を第一のノードとして加え、各ノードの階層数から各ノードの分割角を 1, 2, 2, 2 と重みづけする (ステップ S 3 1 4 6)。ノード配置円 1 0 0 0 の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線 1 0 0 1 を基線として、これを第一のノード (仮想ノード n_0) に対する分割角の二等分線とし、ノード配置円 1 0 0 0 を $40^\circ, 80^\circ, 80^\circ, 80^\circ, 80^\circ$ に分割し、図 4 9 のように、各角の二等分線と円周との交点に仮想ノード n_0 からノード $n_{21} \sim n_{24}$ を順に配置する (ステップ S 3 1 4 7)。これらのノード $n_{21}, \sim n_{24}$ を直線で結び、リンクを作成する (ステップ S 3 1 4 8)。さらに、ノード n_2 とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点 1 1 0 0 を設け、図 5 0 のように、基点 1 1 0 0 と各ノードを直線で結ぶ (ステップ S 3 1 4 9)。

ノード n_3 に属する第二階層のノード $n_{31} \sim n_{33}$ 、ノード n_4 に属する第二階層のノード $n_{41} \sim n_{44}$ 、ノード n_5 に属する第二階層のノード $n_{51} \sim n_{52}$ に関しても、同様に表示処理 S 3 1 4 1 を実行する。

次に、ノード n_{21} に属する第三階層のノードに関して表示処理 141 を実行する。図 51 と図 52 は、このときの処理過程を示した図である。

まず、上位階層のノード配置円（図 49 の 1000）の中心からの上位階層のノード n_{21} の分割角の延長線 1202、1203 と上位階層ノード配置円作成時の内接円（図 49 の 1010）で閉じた領域を表示可能領域とする（ステップ S3142）。この表示領域の内接円 1210 を作成する（ステップ S3143）。この内接円 1210 の中心をノード配置円の中心点と決定する（ステップ S3144）。現在注目の階層は最下位階層なので、内接円 1210 の半径の $1/2$ の長さをノード配置円 1200 の半径としてノード配置円を作成する（ステップ S3145）。下位階層がないので、当該第三階層ノードのノード数 3 に仮想ノード n_0 を加えた 4 で分割角を等分する（ステップ S4146）。ノード配置円 1200 の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線 1201 を基線として、これを第一のノード（仮想ノード n_0 ）に対する分割角の二等分線とし、 $360^\circ / (3+1) = 90^\circ$ ずつに分割して、図 50 のように、各角の二等分線と円周との交点にノードを順に配置する（ステップ S3147）。これらのノードを直線で結び、リンクを作成する（ステップ S3148）。さらに、ノード n_{21} とのリンクとして、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線 1201 上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点 1300 を設け、図 52 のように、基点 1300 と各ノードを直線で結ぶ（ステップ S3149）。

ノード n_{22} 、ノード n_{23} 、およびノード $n_{31} \sim n_{33}$ に属する第三階層のノードに関しても、同様に表示処理 S3141 を実行する。

ここで、最上位階層ノードの表示処理 S3130 において、分割角の重みづけ S3132 では、各ノードの下位の階層数によって、例えば 2、3 のように重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。ノード配置円の作成 S3135 では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でよい。同一円内ノードのリンク作成 S3138 では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。

また、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理 S3141 において、内

接円の作成 S 3 1 4 3 では、表示可能領域の決定 S 3 1 4 2 で決定した領域に対して、最大内接円を作成するものとしたが、表示可能領域が大きい場合、最大内接円よりも小さい円で代用してもよい。ノード配置円の半径の算出 S 3 1 4 5 では、下位階層のノードの内少なくとも 1 つのノードに更に下位階層がある場合は、前記内接円の半径の $1/5$ に、下位階層の全てのノードが最下位階層の場合、もしくは現階層が最下位階層の場合は、前記内接円の半径の $1/2$ に設定するものとしたが、内接円の半径に対するノード配置円の半径の割合は、変更可能である。また、最上位階層ノード配置円作成と同様に、最大分割角における内接円を作成して、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成してもよい。分割角の重みづけ 1 4 6 では、各ノードの下位の階層数によって、重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、必ずしも等分でなくてもよい。同一円内ノードのリンク作成 S 3 1 4 8 では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成 S 3 1 4 9 では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

なお、上述の実施例の説明においては、図 1 の階層構造データ格納部 20 には、図 4 4 のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意である。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

以上説明したように、実施例 4 に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、その下位階層に属するノードをさらに放射状に円を配置して表示し、同一円周上のノードを下位階層の階層数に応じて配置することにより、下位階層が大きいノードに対して、下位階層のノードの表示領域を広くとるができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード

数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

(実施例 5)

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて具体的に説明する。

本実施例におけるデータ表示処理部 30 は、階層構造データ格納部 20 に格納されたデータからノードを配置すべき各階層の楕円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、作成した階層構成図を制御部 50 を介してディスプレイ 40 へ表示する。

本実施例では、特に、階層構造を図的に表示する場合において、上位階層ノードとその 2 つ下位の階層ノードが直接接続されているような場合の階層構造の図的表示についてのものである。

図 53 はデータ表示処理部 30 における処理手順を表したフローチャートの一例である。図 53 の処理手順のプログラムはあらかじめ装置に内蔵されていてもよいし、フロッピーディスクや CD-ROM 等の記録媒体に記録されて、該記録媒体からロードすることでもよい。

次に、図 53 のフローチャートに基づいて本発明における階層構造の図的表示の動作例を説明する。

階層構造データ格納部 20 に格納されているデータとしては、図 54 のような、一部のノードが存在しない中間層がある構造が存在するものとする。図 54 は便宜上、階層構造データ格納部 20 に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。

なお、本実施例の動作例の説明において使用する図 54 から図 62 で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図 54 から図 62 の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

図 53 において、データの読み込み（ステップ S4010）では、階層構造デ

一タ格納部20に格納されているデータを読み込む。ここでは、図54に示す階層構造データが読み込まれる。ノード配置楕円の作成(ステップS4020)では、読み込んだデータのうち、同一ノード配下の同一階層のデータを対象に、楕円の位置と大きさを算出して楕円を作成する。ここでは、便宜上、楕円の短径と長径の比は1:1の円とする。後述するように、最上位の円は図55のように作成され、ノードa1配下の階層の円は、図58のように作成される。一部のノードが存在しない中間層があるかどうかの判定(ステップS4030)では、同一階層データに対して下位階層へのリンクはあるものの、ノードが存在しない部分があるかどうかを判定する。ノードの配置(ステップS4040)では、ステップS4020で作成された楕円(円)上にノードを等間隔に配置する。

ノードの二重楕円配置処理(ステップS4050)において、中間層ノード配下に下位階層のノードが存在するかどうかの判定(ステップS4051)では、中間層に存在するノードに対して、各ノードの配下に下位階層のノードが存在するかどうかを判定する。下位階層にダミーノードの追加(ステップS4052)では、中間層に存在するノードの配下に下位階層のノードが存在しないノードに対して、下位階層にダミーノードを1つ追加する。下位階層ノードの配置(ステップS4053)では、一部のノードが存在しない中間層の下位のノードを、ステップS4020で作成した楕円(円)上に等間隔に配置する。中間層ノードの配置(ステップS4054)において、楕円の作成(ステップS4541)では、中間層ノードを配置する楕円の大きさとして、短径・長径が、ステップS4053で配置した下位階層ノードの楕円(円)の $1/2$ の大きさとなるように算出し、同ステップS4053で配置した楕円(円)の中心と同じ点を中心として、楕円(円)を作成する。ノードの配置(ステップS4542)では、配置するノード配下の下位階層のノードと楕円(円)の中心とを結ぶ直線が、ステップS4541で作成した楕円(円)と交わる点にノードを配置する。配下のノードが複数存在する場合、それらのノードが配置されている楕円(円)に沿って結ぶ円弧を等分する点を求め、その点と楕円(円)の中心とを結ぶ直線が、配置楕円(円)と交わる点にノードを配置する。

リンク作成(ステップS4060)では、上位階層ノードと現階層配置楕円(

円)の中心を直線で結び、その点を基点として各ノードを直線で結ぶ。ただし、ダミーノードに対してはリンクを結ばない。

他に未表示のノードがあるかの判定(ステップS4070)では、他に未表示のノードがある場合にはステップ20に戻り、未表示のノードがない場合には処理を終了とする。

図55から図62は、本実施例における階層構造の図的表示の処理過程の具体的説明図である。以下、これらを参照して図53の処理過程を説明する。

まず、図54のような構造の階層構造データを読み込む(ステップS4010)。次に、最上位階層に関して、図55のようなノード配置円Aを作成する(ステップS4020)。図54に示すように、最上位階層には、下位階層へのリンクはあるものの、ノードが存在しない部分は存在しないので(ステップS4030)、a1~a5の5つのノードを図56のように等間隔に配置する(ステップS4040)。そして、これらのノードa1~a5を、図57に太線で示すようにリンクで結ぶ(ステップS4060)。ステップS4070で他の未表示のノードがあるか判定し、まだ下位に未表示のノードがあるので、ステップS4020に戻る。

次に、ノードa1配下の階層の配置楕円として、図58のようなノード配置円Cを作成する(ステップS4020)。ノードa1の一つ下位の階層には、b1~b3の3つのノードしかなく、ノードa1から直接二つ下位の階層のノードc4, c7に接続されている部分があるので(ステップS4030)、以下のように、ノードの二重楕円配置処理を行う(ステップS4050)。まず、中間層のノードb1~b3に対して、下位階層にノードが存在するかどうかを判定し(ステップS4051)、ノードb3には配下のノードが存在しないので、配下にダミーノードdを追加する(ステップS4052)。次に、下位階層のノードc1~c7とダミーノードdの8つのノードを円C上に図59のように等間隔に配置する(ステップS4053)。次に、中間層ノードの配置処理を行う(ステップS4054)。まず、中間層のノードb1~b3を配置する円として、円Cの内部に大きさが1/2の円Bを図60のように作成する(ステップS4541)。次に、円C上に、ノードc1, c3を結ぶ円弧を二等分する点としてノードc2

の点を、ノード c 5, c 6 を結ぶ円弧を二等分する点として 2 点の中間点 c' を求め、図 6 1 のように、二重円の中心 O から円 C 上の c 2, c', d を結ぶ直線と円 B との交点に、各々中間層のノード b 1, b 2, b 3 を配置する (ステップ S 4 5 4 2)。そして、これらのノードを図 6 1 のようにリンクで結ぶ (ステップ S 4 0 6 0)。

以下、ステップ S 4 0 2 0 ~ S 4 0 7 0 を繰り返して、ノード a 2 ~ a 5 配下のノードに関しても、同様にして配置する。

上述の実施例の説明においては、階層構造データ格納部 2 0 には、図 5 4 のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意で、また、3 階層でなくてもよい。

図 5 4 のフローチャートにおいて、データの読み込み (ステップ S 4 0 1 0) では、階層構造データ格納部 2 0 に格納されているデータを読み込むものとしたが、一度にすべてのデータを読み込まなくてもよい。ノード配置楕円の作成 (ステップ S 4 0 2 0) では、読み込んだデータのうち、同一ノード配下の同一階層のデータを対象に、楕円の位置と大きさを算出して楕円を作成するものとしたが、楕円の位置や大きさの算出方法は任意で、データ構造やノード数を考慮して算出してもよいし、予め定まった楕円の配置を作成しておいてもよい。また、中間層の楕円を内側に配置する二重楕円になる場合は、楕円の大きさを大きくするようにしてもよい。また、ここでは、楕円の短径と長径の比は 1 : 1 の円とするものとしたが、楕円の形や大きさは任意で、表示領域の縦横比に対応させて定めればよい。

ノードの配置 (ステップ S 4 0 4 0) では、ノード配置楕円の作成 (ステップ S 4 0 2 0) で作成した楕円上にノードを等間隔に配置するものとしたが、ノードの配置方法としては、等間隔ではなく各ノード配下のデータ構造を考慮して配分してもよい。

ノードの二重楕円配置処理 (ステップ S 4 0 5 0) において、中間層に存在するノードの配下に下位階層のノードが存在しないノードに対しては、中間層ノードを配置する領域を確保するために下位階層にダミーノードを 1 つ追加するものとしたが (ステップ S 4 0 5 2)、ダミーノードを追加せずに、中間層配置楕円

上の適当な位置に配置するようにしてもよい。下位階層ノードの配置（ステップ S 4 0 5 3）では、一部のノードが存在しない中間層の下位のノードを、ノード配置楕円の作成（ステップ S 4 0 2 0）で作成した楕円上に等間隔に配置するものとしたが、ノードの配置方法は任意で、等間隔ではなく、上位の中間層にノードが存在するノードは、間隔を狭めて配置するなど、中間層のノードを考慮して配分してもよい。中間層ノードの配置（ステップ S 4 0 5 4）において、楕円の作成（ステップ S 4 5 4 1）では、中間層ノードを配置する楕円の大きさとして、短径・長径が、下位階層ノードの配置（ステップ S 4 0 5 3）で配置した楕円の $1/2$ の大きさとなるように算出するものとしたが、下位階層配置楕円より小さければ大きさは任意である。また、下位階層ノードの配置（ステップ S 4 0 5 3）で配置した楕円の中心と同じ点を中心として、楕円を作成するものとしたが、下位階層配置楕円の内部に位置していれば、中心を同一にしなくてもよい。ノードの配置（ステップ S 4 5 4 2）では、配置するノード配下の下位階層のノードと楕円の中心とを結ぶ直線が、楕円の作成（ステップ S 4 5 4 1）で作成した楕円と交わる点にノードを配置するものとしたが、配置方法は任意で、楕円上に等間隔で配置してもよい。

リンク作成（ステップ S 4 0 6 0）では、上位階層ノードと現階層配置楕円の中心を直線で結び、その点を基点として各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点の位置は任意で、上位階層ノードを基点としてもよい。

また、上述した実施例 1 から 4 において、上位階層ノードとその 2 つ下位の階層ノードが直接接続されているような場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例 5 に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、上位階層ノードとその 2 つ下位の階層ノードが直接接続されているように、該当する階層のノードが存在しない場合がある階層のノードを、下位階層の配置楕円の内側に第 2 の楕円を作成して該楕円上に配置することにより、ノードの接続関係を表すリンク表示の重なりを削減すると共に、ノードの階層関係を認識しやすく表示することができるという利点がある。

(実施例 6)

以下、本実施例を図面を用いて具体的に説明する。

本実施例のデータ表示処理部 30 は、階層構造データ格納部 20 に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについて直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部 50 を介してディスプレイ 40 へ表示する。

そして、本実施例では、特に、2つの階層構造が接続しているような接続関係が複雑な大規模な複合階層構造を同一画面上に表示する際の接続関係を見やすく、かつ、操作しやすくするための階層構造の図的表示に関するものである。

図 63 は、図 1 のデータ表示処理部 30 における処理手順を表したフローチャートの一例である。この図 63 に従って本発明の一実施例に係わる複合階層構造の図的表示作成過程を説明する。

なお、本実施例において図 63 に示すフローチャートにおける動作例の説明のために図 64 から図 78 を使用するが、この図 64 から図 78 で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図 64 から図 78 の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

図 63 に示す処理は次のような設定の下で行われるものとする。。

(1) 階層構造データ格納部 20 には、図 64 のような階層構造のデータが格納されているものとする。さらに、同一階層構造内の同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。また、階層構造データ格納部 20 には、階層構造データの他に、ディスプレイ 40 の表示領域に関するデータも格納されているとする。なお、図 64 は便宜上、階層構造データ格納部 20 に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。

(2) 表示領域データの読み込み (ステップ S5020) で読み込まれる表示領域は矩形とし、表示領域の分割 (ステップ S5030) では、その矩形と平行な

直線で表示領域を等分に分割するものとする。同一階層ノードの表示（ステップ S 5 0 4 0）において、ノード配置円の中心点の決定（ステップ S 5 0 4 1）では、上位階層ノード配置円の中心点から、上位階層ノード配置円を作成した時の内接円の中心までの距離を半径とする円を作成し、上位階層ノード配置円の中心点から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定するものとする。ただし、最上位階層のノード配置円の中心点は、各表示領域の中心とするものとする。

（３） 同一上位階層ノードに属するノードの表示（ステップ S 5 0 4 2）において、表示領域の決定（ステップ S 5 4 2 1）では、ノード配置円の中心点の決定（ステップ S 5 0 4 1）決定した点を中心点とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域とする。ただし、最上位階層の表示領域は、表示領域の分割（ステップ S 5 0 3 0）で等分に分割した領域全体とする。分割角の重みづけ（ステップ S 5 4 2 2）では、各ノードの最下位階層のシード数によって、重みづけを行うものとする。この際、最上位階層以外では、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノード n_0 を第一のノードとして加えるものとする。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとする。分割角の算出（ステップ S 5 4 2 3）では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角 a° に対して、分割角の最大値は $(90 + a/2)^\circ$ となるようにする。内接円の作成（ステップ S 5 4 2 5）では、分割角の算出（ステップ S 5 4 2 3）で算出した最大分割角で区分した表示領域内の領域に対する内接円を作成するものとする。ノード配置円の作成（ステップ S 5 4 2 6）では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとする。ただし、最下位階層では、表示領域の決定（ステップ S 5 4 2 1）で求めた表示領域の円をノード配置円とする。ノードの配置（ステップ S 5 4 2 7）では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置するものとし、他方の階層構造と接続しているノードまたはその上位ノードを、他方の表示領域に最短になる位置に配置するようにする。同一円内ノードのリンク作成（ステップ S 5 4 2 8）では、リンクはノード間を直線で結ぶものとする。上位階層とのリンク作成（ステップ S 5 4 2 9）では、上位階層の円

の中心点からの現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとする。

(4) 他の階層構造とのリンク作成(ステップS5070)では、別の階層構造と接続のあるノード間を直線で結ぶものとする。

以下、図63のフローチャートに従って説明するが、本実施例における階層構造図の具体的処理過程を図65から図78に示す。

最初に、階層構造図を作成するために、図64のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレイの表示領域に関するデータを読み込む(ステップS5010、S5020)。次に、読み込んだ表示領域を図65のように等分に分割する(ステップS5030)。

上記分割した各領域にそれぞれ階層構造を割り当てて、順次、同一階層ノードの表示処理を実行する(ステップS5040)。同一階層ノードの表示処理は、ある階層構造について、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理(ステップS5042)が上位階層ノードの数だけ繰り返され(ステップS5043)、さらに、これが下位階層のあるノードの数だけ繰り返される(ステップS5050)。このようにして、ある階層構造の表示処理が終了すると、次に、他の階層構造について同様の処理が繰り返される(ステップS5060)。以下では、分割した領域1に図64の左側の階層構造を割り当てるとして、その階層構造図の作成過程を説明する。なお、図64の右側の階層構造の処理も同様である。

まず、最上位階層に関して、ノード配置円の中心点を各表示領域の中心と決定する(ステップS5041)。次に、着目する階層構造について、最上位階層の表示領域としては、分割した領域1と決定する(ステップS5421)。次に、各ノードの最下位階層のノード数から各ノードの分割角を、本例では4、5、8、7と重みづけする(ステップS5422)。そのうち、最大が8であるため、最大分割角は、 $360^{\circ} \times (8 / (4 + 5 + 8 + 7)) = 120^{\circ}$ と算出される(ステップS5423)。次に、最下位階層か判定し(ステップS5424)、最下位階層ではないので、円の中心点からの表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする 120° の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円を作成する(ステップS5425)。次に、表示領域の中心点から、作成した内接

円が円の中心点から表示領域の境界までの最短距離の直線と交差する点までを半径とする円をノード配置円として作成する（ステップS5426）。図66はここまでの処理過程を示したもので、100がノード配置円の中心点、105が内接円、110がノード配置円である。

次に、他方の階層構造と接続しているノードの上位ノードとして、本例ではn3のノードを双方の表示領域の中心を結ぶ直線とノード配置円110が交わった点に配置し、その点が分割角の二等分線上になるように、重みづけした分割角にしたがって、ノード配置円110を 60° 、 75° 、 120° 、 105° に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップS5427）。次に、これらのノードを直線で結び、リンクを作成する（ステップS5428）。図67はここまでの処理過程を示したもので、n1～n4が図64に示す最上位階層のノード、これらを結ぶ直線がリンクである。

ここで、最上位階層のノード表示処理は終わり（ステップS5043）、次に第二階層のノードの処理に進む。

最上位階層ノードn1～n4に属する第二階層のノードに関して、まず、最上位階層ノード配置円の中心点100から、最上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円105の中心までの距離を半径とする円115を作成し、最上位階層ノード配置円の中心点から最上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差とする点を各々e1～e4として、各最上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップS5041）。これを示したのが図68である。

次に、ノードn1に属する第二階層のノードn11～n14に関して、まず、点e1を中心とするノードn1の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップS5421）。ノードn11～n14には下位階層がないので、ノード数4に仮想ノードn0を加えた5で分割角を等分する（ステップS5422）。したがって、各分割角は $360^\circ / (4+1) = 72^\circ$ となる（ステップS5423）。ノードn11～n14は最下位階層なので（ステップS5424）、ステップS5421で求めた表示領域の円をノード配置円とする（ステップS5426）。図68の120が当該ノード配置円を示している。この円

を 72° に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップ S 5 4 2 7）。ノード $n 1 1 \sim n 1 4$ は最下位階層で、同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップ S 5 4 2 8 をスキップし、ノード $n 1$ とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップ S 5 4 2 9）。図 6 9 はここまでの処理過程を示したもので、ここでは点 $e 1$ を基点とした例を示している。

ノード $n 2$ に属する第二階層のノード $n 2 1 \sim n 2 5$ に関しても、上記ノード $n 1$ に属する第二階層のノードと同様の処理が行われる。その結果を図 7 0 に示しておく。

次に、ノード $n 3$ に属する第二階層のノード $n 3 1 \sim n 3 4$ に関しては、まず、点 $e 3$ を中心とするノード $n 3$ の分割角の延長線との内接円 1 0 5 をそのノードの表示領域とする（ステップ S 5 4 2 1）。仮想ノード $n 0$ を第一のノードとして加え、各ノード $n 3 1 \sim n 3 4$ の最下位階層のノード数から各ノードの分割角を 1、2、2、2、2 と重みづけとする（ステップ S 5 4 2 2）。最大が 2 であるため、最大分割角は、 $360^\circ \times (2 / (1 + 2 + 2 + 2 + 2)) = 80^\circ$ と算出される（ステップ S 5 4 2 3）。次にノード $n 3 1 \sim n 3 4$ は最下位階層ではないので（ステップ S 5 4 2 4）、円の中心点 $e 3$ から表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする 80° の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円を作成する（ステップ S 5 4 2 5）。点 $e 3$ から、作成した内接円までの距離を半径とする円をノード配置円として作成する（ステップ S 5 4 2 6）。図 7 0 はここまでの処理過程を示したもので、1 2 5 が領域の内接円、1 3 0 がノード配置円である。

次に、仮想ノード $n 0$ を上位ノード配置円 1 1 0 に最短の位置に配置し、他方の階層構造と接続しているノードの上位ノードとしての $n 3 2$ のノードの分割角の二等分線と円周との交点が、他方の表示領域に最短になるように、当該ノード配置円 1 3 0 を重みづけした分割角にしたがって、円を 40° 、 80° 、 80° 、 80° 、 80° に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノード $n 3 1 \sim n 3 4$ を配置する（ステップ S 5 4 2 7）。次に、これらのノードを直線で結び、

リンクを作成する（ステップS5428）。さらに、ノードn3とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップS5429）。図71はここまでの処理過程を示したものである。

ノードn4に属する第二階層のノードn41～n43に関しても、上記ノードn3に属する第二階層のノードと同様の処理が行われる。ただし、ノードn41～n43では、他方の階層構造と接続しているノードはないため、ノードの配置位置を考慮する必要はない。図72はここまでの処理過程を示したものである。

次に、ノードn31～n34に属する第三階層のノードに関して、上位階層ノード配置円の中心点e3から、上位階層のノード配置円130を求める時に作成した内接円125の中心までの距離を半径とする円を作成し、点e3から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々e31～e34として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップS5041）。図73はこれを示したもので、135が中心点e3から内接円125の中心までの距離を半径とする円である。

次に、ノードn31に属する第三階層のノードに関して、まず、点e31を中心とするノードn31の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップS5421）。図74に、該内接円を140で示す。該第三階層のノードには下位階層がないので、ノード数2に仮想ノードn0を加えた3で分割角を等分する（ステップS5422）。したがって、各分割角は $360^\circ / (2 + 1) = 120^\circ$ となる（ステップS5423）。次に、該第三階層のノードは最下位階層なので（ステップS5424）、その表示領域の円140をノード配置円とする（ステップS5426）。該ノード配置円140を 120° に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップS5427）。該第三階層のノードは最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップS5428をスキップし、ノードn31とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップS5429）。図74はここまでの処理過程を示したものである。

ノード n_{32} に属する第三階層のノードに関しては、まず、点 e_{32} を中心とするノード n_{32} の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップ S_{5421} ）。図 75 に、該内接円を 150 で示す。ここでも、下位階層がないので、ノード数 2 に仮想ノード n_0 を加えた 3 で分割角を等分する（ステップ S_{5422} ）。したがって、各分割角は $360^\circ / (2 + 1) = 120^\circ$ となる（ステップ S_{5423} ）。そして、最下位階層なので（ステップ S_{5424} ）、その表示領域の円 150 をノード配置円とする（ステップ S_{5426} ）。該ノード配置円 150 を 120° に等分し、他方の階層構造と接続しているノードが他方の表示領域に最短になるように、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップ S_{5427} ）。そして、ステップ S_{5428} をスキップし、ノード n_{32} とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップ S_{5429} ）。図 75 はここまでの処理過程を示したものである。

ノード $n_{33} \sim n_{34}$ 、ノード $n_{41} \sim n_{43}$ に属する第三階層のノードに関しても、ノード n_{31} に属する第三階層のノードと同様の処理を行う。

この結果、図 64 の左側の階層構造に対して、図 76 のような階層構造図が作成される。

続いて、他方の階層構造についても、同様の処理を行なうことにより、図 64 の左右の階層構造に対して、それぞれ図 77 のような階層構造図が作成される。最後に、双方の階層構造間を接続しているノード間を直線で結ぶ（ステップ S_{5070} ）。これにより、図 64 のような複合型階層構造に対して、図 78 のような階層構造が完成する。

上述の実施例の説明においては、図 1 の階層構造データ格納部 20 には、図 64 のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意で、2 つの階層構造が同じ構造でなくてもよい。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

さらに、表示領域は矩形とし、表示領域の分割（ステップ S_{5030} ）では、その矩形と平行な直線で表示領域を等分に分割するものとしたが、表示領域の分

割方法は任意で傾めに区切ってもよいし、等分でなくてもよい。

さらに、同一上位階層ノードに屈するノードの表示処理（ステップS5042）において、表示領域の決定（ステップS5421）では、ノード配置円の中心点の決定（ステップS5041）で決定した点を中心点とし、上位階層ノードの分割角の延長線と内接円を作成し、その内接円内を表示領域としたが、上位階層ノードの分割角の延長線内を全て表示領域としてもよい。分割角の重みづけ（ステップS5422）では、各ノードの最下位階層のノード数によって、重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、最下位置階層だけではなく、下位の全ての階層のノード数で重みづけを行ってもよい。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、等分ではなく表示領域に応じて配分してもよい。分割角の算出（ステップS5423）では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角 a° に対して、分割角の最大値は $(90 + a/2)^\circ$ となるようにしたが、設定する最大値は任意である。ノード配置円の作成（ステップS5426）では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でもよい。最下位階層では、表示領域の決定（ステップS5421）で求めた表示領域の円をノード配置円としたが、それよりも小さい半径の円でもよい。ノードの配置（ステップS5427）では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置するものとし、他方の階層構造と接続しているノードまたはその上位ノードを、他方の表示領域に最短になる位置に配置するものとしたが、他方の階層構造が既に作成されている場合は、他方の階層構造の接続関係にあるノードに対して最短の位置になるように配置してもよい。同一円内ノードのリンク作成（ステップS5428）では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成（ステップS5429）では、上位階層の円の中心点からの現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

他の階層構造とのリンク作成（ステップS5070）では、別の階層構造と接

続のあるノード間を直線で結ぶものとしたが、他のノードやリンクとの重複が最小になるような曲線を用いて結んでもよい。

また、上述した実施例 1 から 5 において、2 つの階層構造が接続しているような場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例 6 に示す発明により、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、ノード数の多い下位階層のノードをさらに外側に円形に配して表示することにより、粗密を軽減してノードやリンクを見やすく表示し、且つ、2 つの階層構造の接続部分のノードを最接近させることにより、リンクの重複を回避することができ、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

(実施例 7)

本実施例におけるデータ表示処理部 30 は、階層構造データ格納部 20 に格納されたデータを用いて、各階層のノードの配置位置を算出し、ノード間を接続するリンクの配線を行って、制御部 50 を介してディスプレイ 40 へ表示を行う。

本実施例における階層構造の図的表示方法は、特に、放射円状に配置されたノード間の階層構造のリンク表示をする場合に、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した 1 本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することに関する。

図 79 は、データ表示処理部 30 における本実施例の処理手順の一実施例を表したフローチャートである。以下、図 79 に基づき、本発明による階層構造のリンク表示処理の一実施例を詳述する。

なお、本実施例において図 79 に示すフローチャートにおける動作例の説明において図 80 から図 84 を使用するが、この図 80 から図 84 で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図 80 から図 84 の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関

連がないものとする。

階層構造データ格納部 20 には、図 80 のような階層構造に関するデータが格納されているものとする。図 80 では、分かりやすいように、階層構造データ格納部 20 に格納されるデータの階層構造をツリー表示で表現している。

〈ノード配置〉

データ表示処理部 30 では、まず、階層構造データ格納部 20 から図 80 に示すような階層構造データを読み込み、図 81 に示すように、最上位階層のノード円をほぼ中央にして、下位階層のノード円を上位階層のノード円の外側に放射状に配置し、同一階層に属するノードを同一円上に配置する（ステップ S 6100）。この時、ノードの上下関係は、上位階層のノードの外側に同一円周上に配置されている下位階層のノードはすべて、上位階層の同一ノードに属するようにする。例えば、ノード p1 の外側の同一円周上に配置されているノード q1 ~ q4 はノード p1 に属し、ノード q1 の外側の同一円周上に配置されているノード r1 ~ r4 はノード q1 に属する。

このような放射円状のノード配置については、上述の実施例 2 や実施例 3 等で詳述してあるので、ここでの説明は省略する。基本原理は、最上位階層に属するノードは、表示領域の中心点を用いて描いた円の円周上に、当該階層に属するノード数から算出される均等分割角を用いて等間隔に配置し、第 2 位階層以下のノードは、前記円の外側に、同様に円形に配置するというものである。なお、各階層のノードを配置する円の半径は、下位階層の階層数やノード数に基づいて算出してもよく、また、各階層のノードを円一周上に配置する位置は、同様に各ノードの下位階層の階層数やノード数から算出される分割角を用いて決めてもよい。

〈リンク配線〉

次に、データ表示処理部 30 では、各ノード間のリンクの配線処理を行う。ここで、同一階層間の接続関係としては、同一上位階層ノードに属するノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。

まず、最上位階層のノード p1、p2、p3、p4 間のリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップ S 6110）。

次に、第2階層に関して、まず、最上位階層のノードp1配下の第2階層に属するノードq1、q2、q3、q4についてリンク配線を行う。ここで、ノードq1～q4は最下位階層ではないので、当該ノードq1、q2、q3、q4のノード間を結ぶリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップS6111）。また、ノードq1～q4のノード数は偶数なので、上位階層のノードp1と当該ノードq1、q2、q3、q4を結ぶリンクについては、図82に示すように、まず、ノードp1からノードq1、q2、q3、q4を配する円の中心e1まで直線をひき（ステップS6112）、次に、点e1を基点に各ノードq1、q2、q3、q4に直線をひいてリンクを結ぶ（ステップS6113）。

次に、最上位階層のノードp2配下の第2階層に属するノードs1、s2、s3についてリンク配線を行う。ノードs1～s3も最下位階層ではないので、当該各ノードs1、s2、s3のノード間を結ぶリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップS6111）。さらに、上位階層のノードp2と当該ノードs1、s2、s3を結ぶリンクについては、ノードs1～s3のノード数が奇数なので、図83に示すように、上位階層のノードp2とノードs1、s2、s3を配する円の中心e2を結ぶ補助線をひき（ステップS6114）、その直線上でノードp2からノードs1、s2、s3を配する円周と接するまでの部分の任意の位置に点jを設定する（ステップS6115）。そして、上位階層のノードp2と点jを直線で結び（ステップS6116）、点jから各ノードs1、s2、s3に直線をひいてリンクを結ぶ（ステップS6117）。

以下、最上位階層のノードp3、p4配下の第2階層に属するノードに対して、同様にリンクを結ぶ。

次に、第3階層に関して、まず、上位階層である第2階層のノードq1配下の第3階層に属するノードr1、r2、r3、r4についてリンク配線を行う。ここで、ノードr1～r4は最下位階層であるので、各ノードr1、r2、r3、r4のノード間を結ぶリンクは不要である。上位階層のノードq1と当該ノードr1、r2、r3、r4を結ぶリンクについては、ノードq1から当該ノードr1、r2、r3、r4を配する円の中心まで直線をひき（ステップS6118）、その円の中心を基点にして、各ノードr1、r2、r3、r4に直線をひいてリ

リンクを結ぶ（ステップS 6 1 1 9）。

以下、第2階層の各ノード配下の第3階層に属するノードに対して、同様にリンクを結ぶ。

以上の処理により、図80に示した階層構造データのツリー状のリンク表示は図84のようになる。

なお、上述の実施例の説明においては、階層構造データ格納部には、図80のような階層構造に関するデータが格納されているものとしたが、格納されているデータ構造は任意である。

また、階層構造変換部における本実施例のリンク配線処理のフローでは、ノード数が奇数個の時のみ基点をずらす処理を行ったが、これは奇数個に限定するものではなく、偶数個の時にも同様の処理を行ってもよい。

さらに、上述の本実施例では触れなかったが、同じ階層のノード間のリンクと上下階層のノード間のリンクで、直線の色や太さを異ならせて表現してもよい。

また、上述した実施例1から6において、上位階層のノードから発した1本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例7に示す発明によれば、放射円状に配置されたノード間の階層構造のリンク表示をする場合に、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した1本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、リンクの間隔を広げて見やすく表示することができると共に、リンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（データ表示処理部30の詳細な構成）

図85は、図1において本発明の特徴をなすデータ表示処理部30のより詳細な構成図である。以下では、図85を用いてデータ表示処理部30の構成をより詳細に説明する。なお、図85において、図1の各部に対応する部分には同一の

符号を付けている。

図 8 5 より、データ表示処理部 3 0 は、データ構造解析部 3 1 と、ノード配置算出部 3 2 と、リンク配線算出部 3 3 と図形作成部 3 4 により構成されている。

そして、データ構造解析部 3 1 は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータを階層構造データ格納部 2 0 から読み込み、解析を行う。ノード配置算出部 3 2 は、データ構造解析部 3 1 の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円の外側に配置することでノード配置位置の算出を行う。リンク配線算出部 3 3 は、データ構造解析部 3 1 の解析結果およびノード配置算出部 3 2 のノード配置位置より、ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行う。そして、図形作成部 3 4 は、ノード配置算出部 3 2 およびリンク配線算出部 3 3 からの算出結果を利用してディスプレイ 4 0 への出力のための図形の作成を行う。なお、図形作成部 3 4 で作成した図形は、制御部 5 0 を介してディスプレイ 4 0 に表示される。ここでは、表示装置として、ディスプレイ 4 0 を例にしているが、これに限定されものではなく、プリンタ等の印刷装置であってもよい。

さらに、ノード配置算出部 3 2 は、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部 3 2 a と、ノードを配置する位置を決定するノード位置算出部 3 2 b と、各階層の配置位置の算出を行う階層配置位置算出部 3 2 c により構成される。階層構造データ格納部 2 0 に格納されるデータは、一般に複数階層、複数ノードとなっているので、表示処理が終了するまで、順次ノード配置軌跡算出部 3 2 a、ノード位置算出部 3 2 b、階層配置位置算出部 3 2 c により処理が行われることになる。この際に、各部で算出された結果を次の部の処理で利用している。

また、リンク配線算出部 3 3 は、上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部 3 3 a を備えている。

次に上述した実施例 1 から実施例 7 の説明で用いたデータ表示処理部 3 0 の動

作を示すフローチャートが、図85に示すどの部の動作となるかを説明する。なお、実施例1から実施例7の説明で用いたデータ表示処理部30の動作を示すフローチャートは、主に、ノード配置算出部32、リンク配線算出部33に係るものである。

図4に示す実施例1におけるフローチャートにおいて、各ステップと処理部との対応は以下ようになる。ステップS1101～S1103はデータ構造解析部31により行われ、他のステップはノード配線算出部32により行われる。なお、ステップS1104、S1107、S1108、S1111、S1112はノード配置軌跡算出部32aにより行われ、S1105、S1109、S1113はノード位置算出部32bにより行われ、S1106、S1110は階層配置位置算出部32cにより行われる。

図26に示す実施例2におけるフローチャートにおいての対応は以下になる。ステップS2110、S2120はデータ構造解析部31により行われ、他の処理はノード配置算出部32により行われる。そして、図26における最上位ノードの配置においては、ステップS2130～S2160がノード配置軌跡算出部32aにより行われ、ステップS2170がノード位置算出部32bにより行われる。また、第2階層ノードの配置においては、ステップS2180が階層配置位置算出部32cにより行われ、ステップS2190～S2230がノード配置軌跡算出部32aにより行われ、ステップS2240がノード位置算出部32bにより行われる。また、第3階層ノードの配置においては、ステップS2260が階層配置位置算出部32cにより行われ、ステップS2270～S2280がノード配置軌跡算出部32aにより行われ、ステップS2290がノード位置算出部32bにより行われる。なお、条件判断S2250、S2300は、ノード配置軌跡算出部32a、ノード位置算出部32b、階層配置位置算出部32cをとりまとめるノード配置算出部32により行われる。

図32に示す実施例3におけるフローチャートにおいての対応は以下になる。ステップS3210、S3220はデータ構造解析部31により行われる。そして、ステップS3239～S3240がリンク配線算出部33により行われ、他のステップはノード配線算出部32により行われる。

図43に示す実施例4におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップS3110、S3120はデータ構造解析部31により行われる。そして、ステップS3137、S3148～S3149がリンク配線算出部33により行われ、他のステップはノード配線算出部32により行われる。

図53に示す実施例5におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップS4010はデータ構造解析部31により行われる。そして、ステップS4060がリンク配線算出部33により行われ、他のステップはノード配線算出部32により行われる。

図63に示す実施例6におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップS5010、S5020はデータ構造解析部31により行われる。そして、ステップS5428～S5429、S5070がリンク配線算出部33により行われ、他のステップはノード配線算出部32により行われる。

図79に示す実施例7におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップS6100はノード配置算出部32により行われる。そして、他のステップはリンク配線算出部33におけるリンク分岐位置算出部33aにより行われる。

このデータ表示処理部30を含む階層構造の図的表示装置を用いることで、限られた面積の中に、重複なく多くのノードを自動的に配置できるようになる。

なお、図1におけるデータ表示処理部30における階層構造の図的表示を実現するためのプログラムをCD-ROMやFD、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータに読み込ませ、実行することにより階層構造の図的表示を行ってもよい。

以上説明した階層構造の図的表示方法や装置を用いる、あるいは、階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体をコンピュータに読み読み取り実行させることにより、上位階層ノードに対して下位階層ノードを同心楕円の外側に配置し、同一階層のノードが同一楕円上に位置するように配置するため、ノード数の多い下位階層の表示領域が広く、ノードやリンクの重複を削減することができる。

。また、階層構造に基づいて楕円の大きさを算出するため、限られた表示領域内に全階層のノードを一度に表示することができる。さらに、ノードの配置やリンクの配線を自動的に算出して表示するため、構造の変化にも即座に対応できる。

なお、以上説明した階層構造の図的表示方法および装置は、階層構造を成す大規模ネットワーク構成全体を限られた画面内に表示し、ネットワークの状態を監視したり、表示オブジェクトを操作して構成を変更したり、各機器の詳細データを表示したりする際の表示技術として利用される。これは、LANの障害を検出し、その障害規模を推測するLAN監視システムや、LANを介して提供するサービスの品質レベルを監視・制御するサービス管理システム等に応用される。また、インターネットサービスプロバイタ等の接続関係を表示する際にも応用可能である。

請 求 の 範 囲

1. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置する階層構造の図的表示方法。

2. 前記楕円の大きさは、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

3. 前記楕円の短径・長径の比は、

表示領域の縦横比に対応させて決定し、

該楕円の短径・長径の長さは、

前記同一楕円上に配置するノード数の比に対応させて各楕円の短径・長径の長さを算出する

請求の範囲第2項記載の階層構造の図的表示方法。

4. 前記同一楕円上へのノードの配置は、

下位階層のノード数に応じて、楕円上へのノードの配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

5. 前記下位階層のノード数に応じた楕円上へのノードの配置は、

前記同一楕円に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて

、ノードを配置する楕円の円周を分割し、

各分割した円弧の midpoint に各ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第4項記載の階層構造の図的表示方法。

6. 前記同一階層における楕円の配置は、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて、同一階層の楕円の配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。



7. 前記同一楕円上に配置するノード数に応じた同一階層の楕円の配置は、上位階層より大きい同心楕円を作成し、

該同心楕円の円周、または円周の一部を同一階層のノードを配置する各楕円の中心を設定する中心軌跡とし、

前記各楕円上に配置するノード数の比に対応させて中心軌跡の円弧を分割し、分割した円弧の中点を各楕円の中心位置と決定する

各ステップを含む請求の範囲第6項記載の階層構造の図的表示方法。

8. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノード間の階層構造に基づいて、各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定し、

該決定値に基づいて第1階層の楕円を作成し、

該楕円上に第1階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

前記第1階層の楕円を中心に、第1階層と第2階層の楕円が重ならない距離に第2階層の楕円の中心軌跡を作成し、

該第2階層の楕円の中心軌跡を中心として、第2階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に、配置するノード数に応じた大きさの第2階層の楕円を作成し、

該楕円上に第2階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

第3階層以降について、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

9. 前記楕円は、円であることを特徴とする

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

10. 前記ノードを配置する円の大きさは、

各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるように決定する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

11. 前記各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるような決定は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、



最下位階層を除く階層に対しては、円の中心から内接円までの長さまたはそれ以下をノードを配置する円の半径とし、最下位階層に対しては、内接円の半径に等しいかまたはそれ以下を、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第10項記載の階層構造の図的表示方法。

12. 前記ノードを配置する円へのノードの配置は、

配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

13. 前記配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置は、

最上位階層のノードについては、配置するノード数でノードを配置する円の中心角を等分割し、

第2階層以下のノードについては、同一円上に配置するノード数に1を加えた値で中心角を等分割して、ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第12項記載の階層構造の図的表示方法。

14. 前記同一階層の円の配置は、

上位階層の円と同じ中心で、上位階層の円の半径に、同一階層の円の内最大の円の半径を加えた長さまたはそれ以上の長さを半径とする円上に、該同一階層の円を等間隔で配置する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

15. 前記同一階層の円の配置は、

第2階層以下のノードについて、上位階層の円の中心を中心とし、

半径が上位階層の円の半径に、上位階層の円の半径算出時に作成した内接円の半径を加えた長さの円を作成し、

上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長線と作成した円との交点を、ノードを配置する円の中心とする

各ステップを含む請求の範囲第14項記載の階層構造の図的表示方法。

16. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する



円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置し、

上位階層の円の半径に内接円の半径を加えた長さの円を作成し、上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長との交点を、第2階層以下のノードを配置する円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

17. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

18. 前記下位階層のノード数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層の場合、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第17項記載の階層構造の図的表示方法。

19. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

20. 前記各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第19項記載の階層構造の図的表示方法。



2 1. 第 2 階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

該内接円中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第 9 項記載の階層構造の図的表示方法。

2 2. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第 9 項記載の階層構造の図的表示方法。

2 3. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第 9 項記載の階層構造の図的表示方法。

2 4. 前記下位階層の階層数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする。

各ステップを含む請求の範囲第 2 3 項記載の階層構造の図的表示方法。

2 5. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、



各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

26. 前記各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第25項記載の階層構造の図的表示方法。

27. 第2階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

その中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

28. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

29. 上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある



中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する
請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

30. 上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、
一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、
一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、
一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第2の楕円を作成して、該第2の楕円上に該中間層のノードを配置し、

未表示のノードがあるか判定し、未表示のノードがあれば上記処理を繰り返し、なければ処理を終了とする

各ステップを含む請求の範囲第29項記載の階層構造の図的表示方法。

31. 複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

各ステップを含む請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項、第29項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

32. 各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際には、

表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する



請求の範囲第31項記載の階層構造の図的表示方法。

33. 前記ノードの上下関係を表すリンクは、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項、第29項、第31項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

34. 前記リンクの分岐点は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第33項記載の階層構造の図的表示方法。

35. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析部と、

前記データ構造解析部の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出部と、

前記データ構造解析部の解析結果および前記ノード配置算出部のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出部と、

前記ノード配置算出部および前記リンク配線算出部からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成部と

を備えた階層構造の図的表示装置。

36. 前記データ構造解析部は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出部においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出部は、

前記データ構造解析部による決定値に基づいて第 n 階層（ n は1以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出部と、



前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第 n 階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

前記第 n 階層の楕円を中心に、第 n 階層と第 $(n+1)$ 階層の楕円が重ならない距離に第 $(n+1)$ 階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出部と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、

第1階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第 m 階層(m は2以上の整数)の階層の場合には、前記階層配置位置算出部で算出された第 m 階層の楕円の中心軌跡上の、第 m 階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第 m 階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第35項記載の階層構造の図的表示装置。

37. 前記ノード配置算出部でノード配置の為に利用する楕円は、円とする
請求の範囲第35項記載の階層構造の図的表示装置。

38. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位



置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第37に記載の階層構造の図的表示装置。

39. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

40. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

41. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

42. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出部と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出部とを備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、第1階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し



、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第 m 階層（ m は2以上の整数）の場合には、前記階層配置位置算出部で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出部は、第1階層の場合には前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第 p 階層（ p は2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出部は、第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層（ n は2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部またはノード位置算出部による第（ $n-1$ ）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

4 3. 前記ノード配置算出部は、

上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

4 4. 前記ノード配置算出部は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上



に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第2の楕円を作成して、該第2の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第43項記載の階層構造の図的表示装置。

45. 前記ノード配置算出部は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項、第43項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

46. 前記ノード配置算出部は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第45項記載の階層構造の図的表示装置。

47. 前記リンク配線算出部は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部を

備えた請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項、第43項、第45項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

48. 前記リンク分岐位置算出部は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第48項記載の階層構造の図的表示装置。



49. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果および前記ノード配置算出機能のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出機能と、

前記ノード配置算出機能および前記リンク配線算出機能からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成機能と

をコンピュータに実行させるための階層構造の図的表示プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

50. 前記データ構造解析機能は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出機能においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出機能は、

前記データ構造解析機能による決定値に基づいて第 n 階層（ n は1以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第 n 階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

前記第 n 階層の楕円を中心に、第 n 階層と第 $(n+1)$ 階層の楕円が重ならない距離に第 $(n+1)$ 階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出機能と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、

第1階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第 m 階層（ m は2以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出機能で算出された第 m 階層の楕円の中心軌跡上の、第 m 階層の各楕円に配置するノード



ド数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第 m 階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第 49 項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

51. 前記ノード配置算出機能でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第 49 項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

52. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、

第 1 階層の場合には所定位置に第 1 階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層 (n は 2 以上の整数) の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第 51 に記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

53. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第 49 項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。



54. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

55. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

56. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出機能と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出機能とを備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、第1階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第 m 階層(m は2以上の整数)の場合には、



前記階層配置位置算出機能で作成した内接円から半径を算出して円を作成することとで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出機能は、第1階層の場合には前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第 p 階層(p は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出機能は、第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能またはノード位置算出機能による第 $(n-1)$ 階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

57. 前記ノード配置算出機能は、

上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内機能に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

58. 前記ノード配置算出機能は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一機能のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一機能のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一機能のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内機能に第2の楕円を作成して、該



第2の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第57項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

59. 前記ノード配置算出機能は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示機能の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項、第57項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

60. 前記ノード配置算出機能は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第59項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

61. 前記リンク配線算出機能は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出機能を

備えた請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項、第57項、第59項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

62. 前記リンク分岐位置算出機能は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させ



て下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第61項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。



* C L M S *

補正書の請求の範囲

[1998年1月22日(22.01.98)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲48は補正された;他の請求の範囲は変更なし。(18頁)]

1. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置する階層構造の図的表示方法。

2. 前記楕円の大きさは、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

3. 前記楕円の短径・長径の比は、

表示領域の縦横比に対応させて決定し、

該楕円の短径・長径の長さは、

前記同一楕円上に配置するノード数の比に対応させて各楕円の短径・長径の長さを算出する

請求の範囲第2項記載の階層構造の図的表示方法。

4. 前記同一楕円上へのノードの配置は、

下位階層のノード数に応じて、楕円上へのノードの配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

5. 前記下位階層のノード数に応じた楕円上へのノードの配置は、

前記同一楕円に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて

、ノードを配置する楕円の円周を分割し、

各分割した円弧の midpoint に各ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第4項記載の階層構造の図的表示方法。

6. 前記同一階層における楕円の配置は、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて、同一階層の楕円の配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。



7. 前記同一楕円上に配置するノード数に応じた同一階層の楕円の配置は、上位階層より大きい同心楕円を作成し、
該同心楕円の円周、または円周の一部を同一階層のノードを配置する各楕円の中心を設定する中心軌跡とし、
前記各楕円上に配置するノード数の比に対応させて中心軌跡の円弧を分割し、分割した円弧の中点を各楕円の中心位置と決定する
各ステップを含む請求の範囲第6項記載の階層構造の図的表示方法。
8. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、
ノード間の階層構造に基づいて、各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定し、
該決定値に基づいて第1階層の楕円を作成し、
該楕円上に第1階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、
前記第1階層の楕円を中心に、第1階層と第2階層の楕円が重ならない距離に第2階層の楕円の中心軌跡を作成し、
該第2階層の楕円の中心軌跡を中心として、第2階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に、配置するノード数に応じた大きさの第2階層の楕円を作成し、
該楕円上に第2階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、
第3階層以降について、前記処理と同様の処理を繰り返す
各ステップを含む請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。
9. 前記楕円は、円であることを特徴とする
請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。
10. 前記ノードを配置する円の大きさは、
各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるように決定する
請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。
11. 前記各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるような決定は、
ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、
その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、



最下位階層を除く階層に対しては、円の中心から内接円までの長さまたはそれ以下をノードを配置する円の半径とし、最下位階層に対しては、内接円の半径に等しいかまたはそれ以下を、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第10項記載の階層構造の図的表示方法。

12. 前記ノードを配置する円へのノードの配置は、

配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

13. 前記配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置は、

最上位階層のノードについては、配置するノード数でノードを配置する円の中心角を等分割し、

第2階層以下のノードについては、同一円上に配置するノード数に1を加えた値で中心角を等分割して、ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第12項記載の階層構造の図的表示方法。

14. 前記同一階層の円の配置は、

上位階層の円と同じ中心で、上位階層の円の半径に、同一階層の円の内最大の円の半径を加えた長さまたはそれ以上の長さを半径とする円上に、該同一階層の円を等間隔で配置する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

15. 前記同一階層の円の配置は、

第2階層以下のノードについて、上位階層の円の中心を中心とし、

半径が上位階層の円の半径に、上位階層の円の半径算出時に作成した内接円の半径を加えた長さの円を作成し、

上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長線と作成した円との交点を、ノードを配置する円の中心とする

各ステップを含む請求の範囲第14項記載の階層構造の図的表示方法。

16. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する



円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置し、

上位階層の円の半径に内接円の半径を加えた長さの円を作成し、上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長との交点を、第2階層以下のノードを配置する円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

17. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

18. 前記下位階層のノード数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層の場合、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第17項記載の階層構造の図的表示方法。

19. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

20. 前記各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第19項記載の階層構造の図的表示方法。



21. 第2階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

該内接円中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

22. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

23. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

24. 前記下位階層の階層数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第23項記載の階層構造の図的表示方法。

25. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、



各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

26. 前記各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いた配置は

、
最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第25項記載の階層構造の図的表示方法。

27. 第2階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

その中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

28. 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

29. 上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には

、
同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある



中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する
請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

30. 上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第2の楕円を作成して、該第2の楕円上に該中間層のノードを配置し、

未表示のノードがあるか判定し、未表示のノードがあれば上記処理を繰り返す、なければ処理を終了とする

各ステップを含む請求の範囲第29項記載の階層構造の図的表示方法。

31. 複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

各ステップを含む請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項、第29項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

32. 各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際には、

表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する



請求の範囲第31項記載の階層構造の図的表示方法。

33. 前記ノードの上下関係を表すリンクは、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて
下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第1項もしくは第9項、第17項、第23項、第29項、第31項
のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

34. 前記リンクの分岐点は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層
のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させ
て下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第33項記載の階層構造の図的表示方法。

35. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関
するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析部と、

前記データ構造解析部の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを
同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心
楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出部と、

前記データ構造解析部の解析結果および前記ノード配置算出部のノード配置位
置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出
部と、

前記ノード配置算出部および前記リンク配線算出部からの算出結果を利用して
出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成部と

を備えた階層構造の図的表示装置。

36. 前記データ構造解析部は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出部においてノ
ード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決
定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出部は、

前記データ構造解析部による決定値に基づいて第 n 階層(n は1以上の整数)
のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出部と、



前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第 n 階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

前記第 n 階層の楕円を中心に、第 n 階層と第 $(n+1)$ 階層の楕円が重ならない距離に第 $(n+1)$ 階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出部と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、

第1階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第 m 階層(m は2以上の整数)の階層の場合には、前記階層配置位置算出部で算出された第 m 階層の楕円の中心軌跡上の、第 m 階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第 m 階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第35項記載の階層構造の図的表示装置。

37. 前記ノード配置算出部でノード配置の為に利用する楕円は、円とする
請求の範囲第35項記載の階層構造の図的表示装置。

38. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位

置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第37に記載の階層構造の図的表示装置。

39. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

40. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

41. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

42. 前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出部と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出部とを備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、第1階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し



、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第 m 階層（ m は2以上の整数）の場合には、前記階層配置位置算出部で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出部は、第1階層の場合には前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第 p 階層（ p は2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出部は、第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層（ n は2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部またはノード位置算出部による第（ $n-1$ ）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

43. 前記ノード配置算出部は、

上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

44. 前記ノード配置算出部は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上



に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第2の楕円を作成して、該第2の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第43項記載の階層構造の図的表示装置。

45. 前記ノード配置算出部は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項、第43項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

46. 前記ノード配置算出部は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第45項記載の階層構造の図的表示装置。

47. 前記リンク配線算出部は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部を

備えた請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項、第43項、第45項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

48. 前記リンク分岐位置算出部は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第47項記載の階層構造の図的表示装置。



49. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果および前記ノード配置算出機能のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出機能と、

前記ノード配置算出機能および前記リンク配線算出機能からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成機能と

をコンピュータに実行させるための階層構造の図的表示プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

50. 前記データ構造解析機能は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出機能においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出機能は、

前記データ構造解析機能による決定値に基づいて第 n 階層（ n は1以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第 n 階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

前記第 n 階層の楕円を中心に、第 n 階層と第 $(n+1)$ 階層の楕円が重ならない距離に第 $(n+1)$ 階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出機能と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、

第1階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第 m 階層（ m は2以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出機能で算出された第 m 階層の楕円の中心軌跡上の、第 m 階層の各楕円に配置するノード



ド数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第 m 階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第49項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

51. 前記ノード配置算出機能でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第49項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

52. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第51に記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

53. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第49項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。



54. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第 $(n-1)$ 階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第 $(n-1)$ 階層の円の中心から第 $(n-1)$ 階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第 n 階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

55. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

56. 前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出機能と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出機能とを備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、第1階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第 m 階層(m は2以上の整数)の場合には、



前記階層配置位置算出機能で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出機能は、第1階層の場合には前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第 p 階層(p は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出機能は、第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第 n 階層(n は2以上の整数)の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能またはノード位置算出機能による第 $(n-1)$ 階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第51項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

57. 前記ノード配置算出機能は、

上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内機能に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

58. 前記ノード配置算出機能は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一機能のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一機能のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一機能のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内機能に第2の楕円を作成して、該



第2の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第57項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

59. 前記ノード配置算出機能は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示機能の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項、第57項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

60. 前記ノード配置算出機能は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第59項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

61. 前記リンク配線算出機能は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出機能を

備えた請求の範囲第49項もしくは第51項、第53項、第55項、第57項、第59項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

62. 前記リンク分岐位置算出機能は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させ



て下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第61項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

