

線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究 —不可視結節点を用いた線分交叉位置探索手法—

○ 杉山 正治

立命館大学情報理工学部

生田 敦司

大谷大学文学部人文情報学科

柴田 みゆき

大谷大学文学部人文情報学科

松浦 亨

北海道大学病院

本研究では、既存の系図表示ソフトウェアで未解決となっている線分交叉表示を実装するための線分交叉位置探索アルゴリズムを提案する。第1に、人文科学領域において系図の線分交叉表示の研究の必要性について述べる。第2に、既存の系図表示ソフトウェアが線分交叉表示を避けている状況をまとめる。第3に、新たなデータ管理手法として Widespread Hands to InTErconnect BASic Elements, 略称 WHIteBasE を導入する。WHIteBasE は、婚姻関係と子の発生を1組の婚姻イベントとして一括管理・記述する不可視結節点であり、個性と個性の関係性を大域的にとらえた探索を可能とする。この結果、線分交叉の探索パターンはたかだか4通りに集約できることが明らかとなり、探索アルゴリズムは極めて単純化された。

A Study of Segment Intersection for Displaying Genealogy —Search Method of Segment Intersection using Hidden Node—

Seiji Sugiyama

College of Information Science and Engineering
Ritsumeikan University

Atsushi Ikuta

Department of Humane Informatics
Otani University

Miyuki Shibata

Department of Humane Informatics
Otani University

Tohru Matsuura

Hokkaido University Hospital

In this paper, we propose a new search method for the location of the segment intersection that is an unsolved problem in the existing genealogy display software. First, we describe why we should research the problem of segment intersection for displaying genealogy. Second, we investigate the existing genealogy display software that avoids the displaying segment intersection. Third, we introduce a new data management technique: “Widespread Hands to InTErconnect BASic Elements (WHIteBasE)”. “WHIteBasE” has a hidden node for combining a relation between married persons and child. Using “WHIteBasE” enables the global search. As a result, it is clear that searching patterns of the segment intersection are only 4 types, and search algorithms became extremely simple.

1. はじめに

文字列(テキスト)のみのデータは、一見して諸事象の関係性を直観的に理解できるものばかりではない。それらをわかりやすく表示するために図で示されることが多く、特に系図や系統図などがよく用いられる。これらはプレーンテキストをボックスや記号等で囲む、または記号化して線分で結ばれて表示される。コンピュータによって系譜情報を自動的に図像化する際、従来手書きで行われてきた系図作図手法が用いられて提示されることが、閲覧者にも入力者にも直観的な理解を得られやすい[1].

しかし、これまでのコンピュータを用いた系図作図手法では、線分などの結び方や配置の点で計算上の不都合が生じると、紙媒体とは異なる表示形式が

用いられるため、コンピュータでの系図・系統図の表示は、紙媒体と比べて直感的に理解しにくい場合がある [2][3][4][5].

系図データの記録形式に関しては GEDCOM が広く普及している [6]. しかし、その表示機能を完全に満たすものは見られない [3]. 例えば、親族データベース「アライアンス」は、文化人類学で多くみられる親族交換婚に伴う線分交叉を避け、別家系となる姻族を別画面で表示するなど、一画面での閲覧が困難である [7]. また、日本の史料のような複数世代にわたる同族婚を表示させようとする、データ登録が拒否される事例が発生している [3].

そもそも系譜様式は文化等の違いにより様々である [8]. したがって、その諸様式に対応できる系図表示を行うにはソフトウェアの設計段階から柔軟な

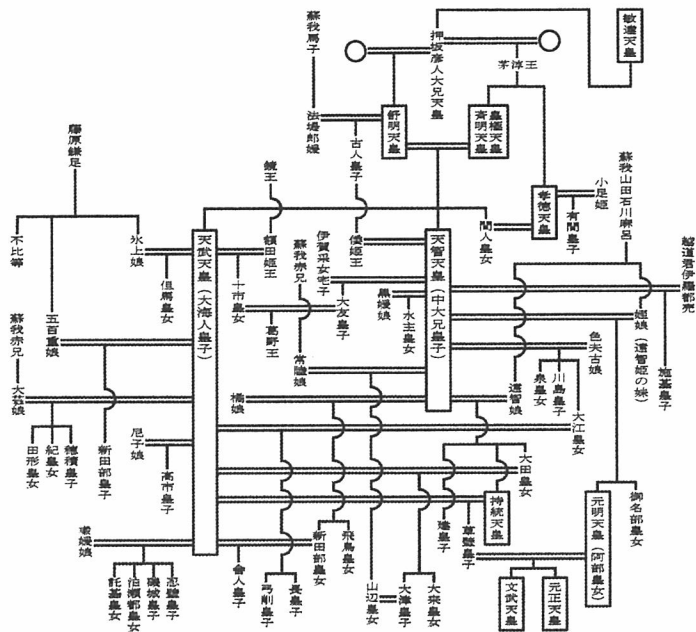


図 1: 線分交叉を用いた系図表現の例 ([10] 掲載図を参考に作成)

対応が必要である。これには 3 次元表示 [9] も考えられるが、従来の紙媒体などの表示手法に馴染んだ閲覧者に対応するためには 3 次元の画像を 2 次元画面上に実装しなければならず、結局は 2 次元表示の問題を解決する必要がある。

著者らは既に線分を交叉させるための基礎理論について考察し、線分交叉の前提とその最小単位を示した [2][3][4][5]。すなわち、交叉は同族婚、または別家系との関係性を記述する時に発生する。しかし、従来の親子関係を主体とする表示手法ではこれらの同時表示が難しく、交叉の探索も困難であった。そこで、これらの関係性を簡潔に扱うための大域的な表現手法が必要となった。本研究では婚姻関係と子の発生を 1 組の婚姻イベントとして一括管理・記述する不可視結節点を用いた線分交叉位置探索手法を提案する。これは個性の発生プロセスを示すのに必要な最小の関係をまとめたデータ構造である。以下、この手法を Widespread Hands to InTErconnect BASic Elements (WHiteBasE) と称する。

本論文の構成は次の通りである。まず線分交叉を伴う系図表示について概観し、既存の系図表示ソフトウェアの問題点を示す。次に線分交叉の最小単位を示す。最後に、WHiteBasE の基本概念を示し、線分交叉位置探索手法を述べる。

2. 線分交叉を伴う系図表示

紙媒体では、個性を配置して各個性が相互に多くの個性と関係性を有するとき、線分が交叉してでも

その場所に円弧を用いて表現することがしばしば行われる(図 1 参照)[10]。紙媒体上での系図表現をコンピュータ上で行う場合には、この点を克服しなければならない。そのために必要な情報を調査・検討する。従来、紙媒体上に表現されてきた日本史料の系譜・系図の変遷をたどり、コンピュータを用いた系図表示に必要なパターンを考察する。

2.1. 人文研究が求める系図表現

2.1.1. 口承・文章系譜

系譜伝達の初期形態は口承もしくは文章系譜である。古いものでは、5 世紀後半頃とみられる稲荷山古墳出土鉄剣銘の一系系譜がある。7 世紀後半から 8 世紀はじめにかけての『上宮記』『一云』系譜・山ノ上碑などは一系系譜を婚姻で結びつけるなどの連結形である [11]。「天寿国曼陀羅織帳銘」や『古事記』『日本書紀』では、皇統譜・氏族などの系譜が、同族婚や異世代婚の形で複雑に叙述されている [8][12]。

後述するように、既存の系図表示ソフトウェアは単純な婚姻を前提とする描き方に特化しているが、史料の内容を過不足なく表現するためには、様々な様式に柔軟に対応し、各様式を自由に表現できるシステムが不可欠である。

2.1.2. 繋系図

平安時代の初期には、系譜内容を線分でつないで系図化することがはじめられ、紙面を上から下へ描き継ぐ「繋系図」が現れる。その最初期の史料として知られるものに、『和気系図』『円珍俗姓系図』や、

丹後国籠神社司家海部氏の『籠名神社祝部氏系図』(以下『海部氏本系図』と称する)が挙げられる。

『和気系図』の系図では、水平・垂直線分の長さが不揃いである。また紙面空間の制約を回避して、垂直線分の迂回や斜め方向への延伸などがみられる。兄弟関係の表記は、横一列に同世代を配置しながら、水平線分の下に文字列のみが列挙されている。

『海部氏本系図』では、垂直線分が人名を貫いて引かれている。また、線分途中で水平線分が引かれ、付帯情報が記されている。情報整理の観点でいえば、世代間の違いは垂直線分、同世代(兄弟関係等)や婚姻は原則水平線分に統一させればよい。

2.1.3. 横系図

中世ごろから、縦系図で描かれた内容が卷子や冊子にまとめられ、横方向に読み進める「横系図」が一般化する。系図を参照する研究では、『群書類従』系譜部・『尊卑分脈』・『寛永諸家系図伝』・『寛政重修諸家譜』などが挙げられる。横系図は史料形態の制約上、縦方向に伸びる世代の連続性が鉤形に屈曲するため、横系図を参照するのに不慣れな閲覧者にとっては視認性を悪くしている側面がある。

コンピュータは理論上、紙面形態や面積の制約とは無関係であり、前節で述べた水平・垂直線分の基本原則を踏襲することができる。ただし『尊卑文脈』は現存する諸本とも、概ね人物情報の配置や線分の作図手法に大きな差がなく [13]、史料成立時の系図作成上の意図を考慮する必要もあるといえる。

2.1.4. 慣習的作図手法

前節までに述べたような性質をもつ史料から、系譜・系図閲覧者が各自の関心に基づいて必要な情報を抽出し、自らの手で系図化しようとする際には、系図の線分を円弧を用いて交叉させながら、1つの個性を1箇所に1度記すことが慣習的に行われている(図1参照)[10]。この作図手法では、1回の目視で1つの個性の情報を全て認知できる。

人文研究者をはじめ、系図のデータ入力者・閲覧者の利便性を考慮すれば、慣習的に行われてきたこのような手描きによる作図手法を、コンピュータでも実装する必要があるといえる。

2.2. 既存の系図表示ソフトウェアの問題点

一般に系図表示ソフトウェアでは、系図化される個性の属性とそれに付随する関係性がデータベースに記録・管理される。そして、その系譜情報から自動的に系図化するには、一定の系図作図手法に則ったアルゴリズムによって描画される。この手法では、ある個性が他の多くの個性と関係性を有したり、近親的な間柄で複雑な関係性を有したりすると、プログラム上の制約から、個性の配置や線分描画が困難になる。ここでは、これまでに開発され、普及度が高いと判断できる系図表示ソフトウェアをサンプルとして、これらがどのような描画手法を用いている

かを調査し、上述までの要求に応えるにはどのような観点が必要であるかを考察する。

2.2.1. ソフトウェアの選定

系図表示ソフトウェアは、市販品や無料ソフトウェアなど、多数存在する。調査対象とする系図表示ソフトウェアの前提としては、調査の簡便性と他者による追試の容易性、さらに利用言語、OS、完成度、リリース状況、拡張機能、経済的制約、関連ソフトウェアの要・不要を考慮した。そこで次の箇条書きのように6点の条件を設定した。

- (1) 利用言語が日本語または英語である
- (2) 利用 OS が Windows XP
- (3) 正式にリリースされている (Ver. 1 以降)
- (4) 複数婚に対応し、他家系と連携する
- (5) フリーソフトウェアまたはシェアウェアである
- (6) 他の有料ソフトウェアが不要である

そして、これらの条件を満たすソフトウェアとして、以下の3点を検討対象とすることに決定した。

- ancestry[14]
- myHeritage[15]
- アライアンス [7]

2.2.2. 調査結果

選定された3点の系図表示ソフトウェアを利用して、複数婚が発生するデータが入力された時に、それぞれどのような表示がなされるかを調査した。

ancestry (図2参照 [14]) では、(1)画面上に一度に表示できるデータが限られているため、家系を構成している個性の関係性や全体像を把握しにくい。そして、(2)複数婚の存在を見せない画面構成であるため、婚姻関係等の実態が完全には把握できない。さらに、(3)同一家系内で複数の婚姻関係が結ばれたようなデータが入力された場合には、同一個性が複数箇所に表示される。(3)の時、データベースで各個性に割り振られる単一 ID が表示されないため、各個性の同定が直感的には難しい。

myHeritage (図3参照 [15]) では、同一家系内で複数の婚姻関係が結ばれるようなデータが入力されると、ancestryと同じく(3)の問題を生じる。また、(4)他家系と複数の婚姻関係を結んだ場合に、それぞれの相手を切り替えて表示する手法を採用している。このため、1回の目視では関係の全体像を把握することができない。

アライアンス (図4参照 [7]) は各個性に付される単一 ID が画面上の個性の肩に表示される。その上で複数ある婚姻関係の相手が複数箇所に表示される。これにより、IDを頼りに複数箇所に表示された個性の同定は可能となる。しかし、同じ個性を複数箇所表示する系図に不慣れなものにとっては、直感的な理解がやはり難しいといえる。

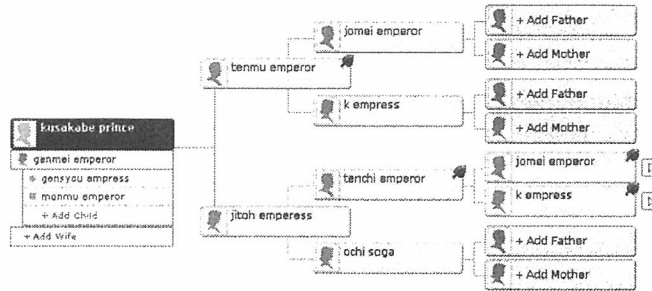


図 2: Ancestry の系図表示 [14]

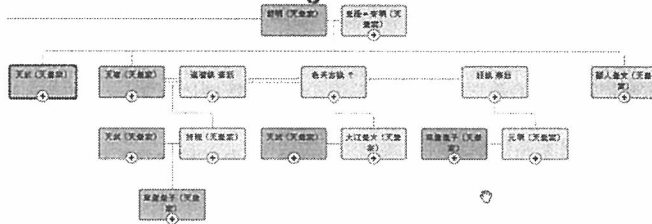


図 3: myHeritage の系図表示 [15]

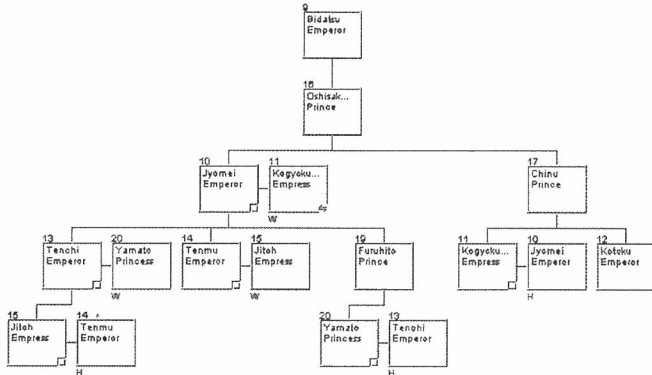


図 4: アライアンスの系図表示 [7]

2.2.3. 問題点の整理

以上 3 点の系図ソフトウェアを調査した結果、複数の個性と婚姻関係を結んだり、同族家系の中で婚姻を結んだりする系譜情報に対しては、同一画面での表示を行わなかったり、同一個性を複数箇所に表示したりする処理を行っていることを指摘できる。すなわち、図 1 のような系図を自動的に表示させる手法は未だ実現できていないといえる。この問題はアルゴリズムを単純化したために発生しているものと考えられる。以下では、この問題点を克服するため、線分交叉を伴う系図の表示手法を導出する。

2.3. 図像化規則

視認性の良い系図表示を実現するには、簡素な図形表現が求められる。また、処理が重くならないようにするため、単純なアルゴリズムが必要である。

これらの点を考慮し、本研究では以下のように図像化規則を決めておく。

- (1) 線分や記号の種類については文化人類学の慣例を踏襲する [1].
- (2) 紙媒体と同様に 2 次元平面で表示する。
- (3) 関係線の表示には水平・垂直線分のみを使用し、複雑な迂回や斜め方向への延伸等を行わない。
- (4) 交叉の表示には半円弧を使用し、水平線分の上に垂直線分が乗り越える形とする。
- (5) 1 つの個性を 2 カ所以上に表示しない。
- (6) 複数個性の表示が衝突しないような格子配置とする。
- (7) 個性が増えるに従い、密集配置が不可能な場合にのみ開離配置とし、関係線の線分を伸ばす。
- (8) 入力者も閲覧者もそれぞれ好みに応じて柔軟に個性の配置順を入れ替えできるようにする。

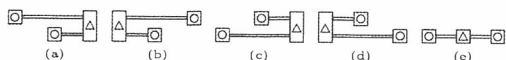


図 5: 婚姻相手 2 人の接続型

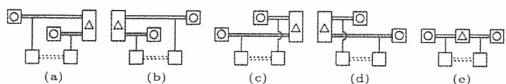


図 6: 婚姻相手 2 人の子の表示 (異母系親族婚含む)

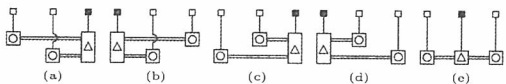


図 7: 婚姻相手 2 人の家系または親を表示

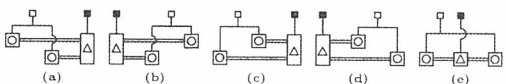


図 8: 婚姻相手 2 人が姉妹の場合

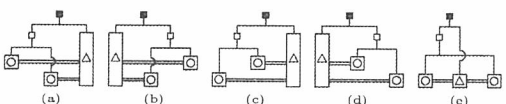


図 9: 婚姻相手 2 人が姪姉妹の場合 (異世代婚)

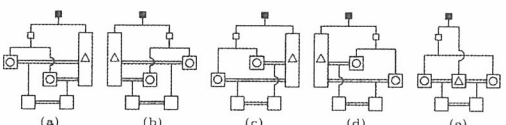


図 10: 異世代婚・異母系親族婚などを同時に表示

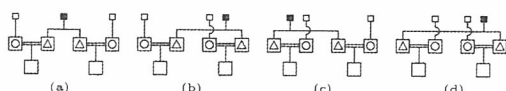


図 11: 2 人の兄弟それぞれに婚姻相手 1 人の接続型



図 12: 2 人の兄弟が 2 人の姉妹と婚姻 (キャリア型)



図 13: 終端位置への線分が交叉している場合



図 13: 終端位置への線分が交叉している場合

婚姻相手 2 人が姪姉妹, すなわち異世代婚となる場合は図 9 のように表現できる. この場合の交叉回数は図 8 の交叉回数と同一である.

異世代婚, 異母系親族婚などを同時に表示する場合は図 10 のように表現できる. 図 6~図 9 では交叉しない接続型が存在したが, 図 10 では全て 1 回の交叉が発生する.

3. 線分交叉の最小単位

系図で線分が交叉する最小単位として, ある個性が 2 つの個性と婚姻した場合と, 2 つの兄弟姉妹関係の個性が婚姻した場合について, 考える組み合わせを示し, その交叉回数と配置を求める*1.

3.1. 2 つの個性との婚姻

婚姻相手が 2 人の場合, 婚姻順や年齢順を考えなければ図 5 の (a)~(e) のいずれかの図形で表現できる.

婚姻相手 2 人につき子が 1 人いる場合は図 6 のように表現できる. ここで, (c)(d) の時に 1 回の交叉が発生するが, (a)(b)(e) では交叉は発生しない. また, 二重点線で示した異母系親族婚を表示する場合についても交叉回数は同一である.

婚姻相手の家系または親を示す場合は図 7 のように表現できる*2. ここで, (a)(b) の時に 1 回の交叉が発生するが, (c)~(e) では交叉は発生しない.

婚姻相手 2 人が姉妹の場合は図 8 のように表現できる. ここで, (a)(b)(e) の時に 1 回の交叉が発生するが, (c)(d) では交叉は発生しない.

3.2. 2 つの兄弟姉妹関係の個性の婚姻

2 人の兄弟がそれぞれ婚姻相手を 1 人ずつ持つ場合は図 11 のように表現できる. ここで, (a)~(d) は左右横並びに, (e)~(l) は上下左右並びに, それぞれ接続したものである. (b)(c)(e)~(j)(l) では 1 回の交叉が, (d)(j)(k) では 2 回の交叉が, それぞれ発生する.

2 人の兄弟が 2 人の姉妹と婚姻, すなわちキャリア型と呼ばれる婚姻形態となる場合は図 12 のように表現できる. 交叉回数はいずれも 1 回である.

3.3. 考察

図 12 を図 11 (a)~(d) と比較すれば, 図 12 (d) については 2 回の交叉が予想されるが, 個性の上下左右配置関係に違いがなく, 交叉する箇所を移動できる場合には, 交叉回数を減らすことができる.

また, 図 13 に示すように, 終端ノードに接続された線分の交叉については解消することができる. この設定を適用すれば, 図 6 (c)(d) で点線の婚姻が無い場合, 図 7 (a)(b), 図 8 (e), 図 11 (b)~(h), 図 12 (a)(d) では交叉が発生しないように書き換えることができる. 更に, 図 11 (j)(k) の交叉は 1 回で済むことが分かる.

*1 本稿では便宜上男系中心の婚姻関係を用いて記述する.

*2 ■ は男系親世代, □ は婚姻相手の女系親世代を表す.

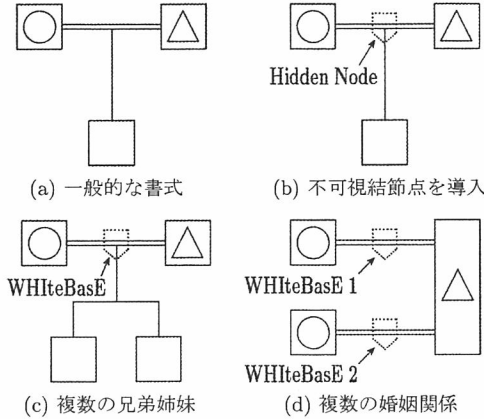


図 14: 系図作図手法と Hidden Node(WHiteBasE)

4. 線分交叉位置探索手法

4.1. WHiteBasE モデルの構成

4.1.1. 不可視結節点 (Hidden Node)

婚姻関係と子の発生は一般に図 14(a) のような形で表される [1]. 既存の系図表示ソフトウェアでは各個性毎に親, 配偶者, 子などのデータテーブルを持って相互参照するような形でこれを表示してきた. しかし, この手法では婚姻関係を大域的に捉えるのが難しく, 前章に示したような線分交叉の取り扱いが煩雑となる. そこで, 図 14(b) のように婚姻線分と子の線分の交点に不可視結節点 (Hidden Node) を導入し, 婚姻関係と子の発生を 1 組のイベントとして一括管理する. この不可視結節点は各個性の結合状態を管理するためのノードであり, 系図表示画面には一切表示されない. しかし, 本稿では論旨の理解を促す意図で便宜的に点線の 5 角形表記を用いる.

4.1.2. WHiteBasE

不可視結節点を用いた個性結合の概念図を図 15 に示す. この例は最も基本的な結合として, 3 つの個性ノードが 1 つの不可視結節点によって管理される状態を表す. 不可視結節点は S_L, S_R, D の 3 種類の鍵穴を持ち, 個性ノードは M, A の 2 種類の鍵を持つ*3. 鍵と鍵穴の種類により婚姻関係と子の接続場所が区別される.

ここで, S_L, S_R (Substance) は婚姻相手となる 2 つの個性ノードを左右に結合するための鍵穴である. D (Descendant) は子の個性ノードを結合するための鍵穴である. また, M (Marriage) は婚姻の鍵であり, A (Ascendant) は親世代の鍵である.

*3 M の鍵には右向きと左向きがあるが, 見やすさを考慮して便宜上, 鍵穴の向きに合わせているだけであり, 何ら差はない. また, これらの鍵と鍵穴の絵は概念を表すに過ぎず, パズルのように絵をあわせることを考える必要は全くない. したがって, 本稿では矢印を用いて鍵と鍵穴の結合関係を表している.

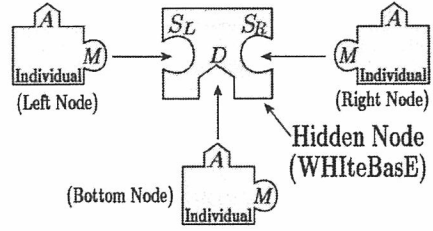


図 15: WHiteBasE モデル

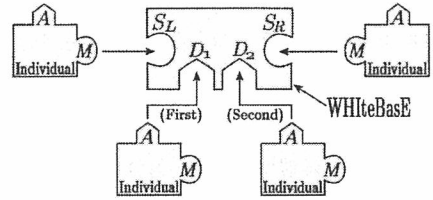


図 16: 複数の兄弟姉妹の結合

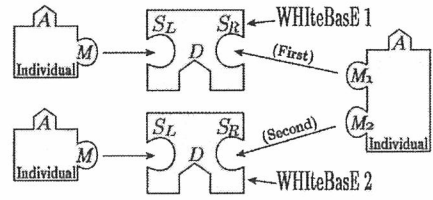


図 17: 複数の婚姻関係の結合

添え字の L と R は不可視結節点の左側, 右側それぞれに個性ノードが結合することのみを規定し, 男親, 女親などを特定することなく, 両翼に自由度の高い個性ノードの結合を可能としている. この不可視結節点がこのような両翼に個性ノードを結合する形で婚姻イベントを管理するノードであるということを明らかにするため, Widespread Hands to InTErconnect BASic Elements と名付け, 以下ではこの不可視結節点を WHiteBasE と称する.

4.1.3. 複数の兄弟姉妹

図 14(c) のような複数の子が発生した場合には WHiteBasE の鍵穴 D を複数個に拡張する (図 16). D の添え字番号は兄弟姉妹の順序を表す. これにより, 兄弟姉妹となる複数の個性ノードはそれぞれ A の鍵を使って結合することができる.

4.1.4. 複数の婚姻関係

図 14(d) のような複数の婚姻相手がいる場合には個性ノードの鍵 M を複数個に拡張する (図 17). M の添え字番号は婚姻の順序を表す. WHiteBasE は 1 組の婚姻関係しか管理しないので, 複数の婚姻関係を記述する時には複数の WHiteBasE を用いる.

なお, 鍵穴 D と鍵 M が 3 個以上になる場合についても同様に, 必要な個数だけ並べて記述できる.

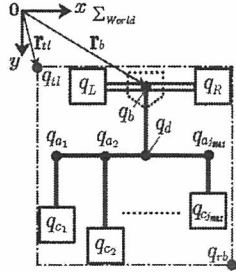


図 18: WHItEBasE の座標系

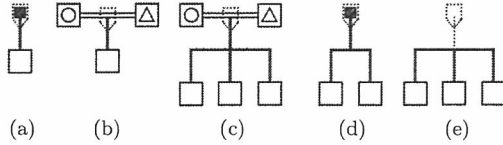
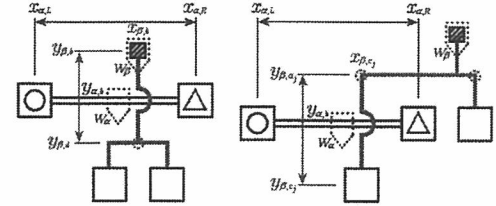
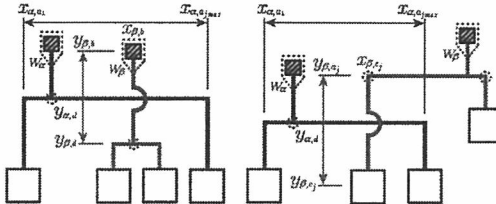


図 19: 線分交叉の対象



(a) パターン 1

(b) パターン 2



(c) パターン 3

(d) パターン 4

図 20: 線分交叉の探索パターン

4.2. WHItEBasE の定義

前節で議論した WHItEBasE を一般化するための定義を行う。式 (1) に示すように WHItEBasE は W_i を、個性ノードは I_j をそれぞれ保持する。

$$W_i = \{S_L, S_R, D_j, Q\} \begin{cases} i = 0, 1, \dots, i_{max} \\ j = 0, 1, \dots, j_{max} \\ k = 0, 1, \dots, k_{max} \end{cases} \quad (1)$$

$$I_j = \{M_k, A\}$$

ここで、 i, j, k はデータベース上の ID を、 S_L, S_R は WHItEBasE の左右に結合される個性ノード (両親) の ID を、 D_j は WHItEBasE の下に結合される個性ノード (子) の ID を、 M_k は個性の婚姻を管理する WHItEBasE の ID を、 A は上位世代 (親) を管理する WHItEBasE の ID を、それぞれ表す。

個性ノードの ID は個性の名称や付帯情報を持つテーブルに保持され、WHItEBasE の ID は個性とは別のテーブルで管理される。また、 Q は図 18 に示される 1 つの WHItEBasE が管理する各点の配置情報 (座標値) の集合を表し、式 (2) で表される。

$$Q = \{q_b, q_L, q_R, q_d, q_{a_j}, q_{c_j}, q_{tl}, q_{rb}\} \quad (2)$$

ここで、 q_b は WHItEBasE の位置を、 q_L, q_R は両親の位置を、 q_d は WHItEBasE から兄弟線分に降ろした垂線の足を、 q_{c_j} は子の位置を、 q_{a_j} は子から兄弟線分に降ろした垂線の足を、 q_{tl}, q_{rb} は WHItEBasE が管理する全領域の左上・右下の位置をそれぞれ表す。

なお、これらの座標値は表示領域原点から測った座標系 \sum_{world} で表される。例えば、 q_{tl} への位置ベクトルを r_{tl} 、 q_b への位置ベクトルを r_b などと表す。また、各 W_i 毎の位置を表す場合には、 q_{tl} の位置を $(x_{i,tl}, y_{i,tl})$ 、 q_b の位置を $(x_{i,b}, y_{i,b})$ などと記述し、異なる WHItEBasE の位置を比較する際に用いる。

4.3. 探索アルゴリズム

2.3 節で述べた画像化規則に従えば、水平線分と垂直線分の 2 種類で系図を描画できる。水平線分は婚姻線分と兄弟線分の 2 種類のみである。垂直線分については 1 つの WHItEBasE に関して図 19(a)~(e) に示されるようなパターンが考えられるが、大別すると、WHItEBasE と兄弟線分を結ぶ線分、兄弟線分と個性を結ぶ線分の 2 種類のみである。これらの水平線分・垂直線分は 1 つの WHItEBasE 上では一切交叉せず、2 組以上の WHItEBasE が登場して初めて交叉の探索が必要となる。

これより、探索対象の 2 つの WHItEBasE α, β に関して探索パターンは水平線分 2 通り \times 垂直線分 2 通りで 4 通りとなり、次のように場合分けできる。

- (a) W_α の婚姻線分に W_β の WHItEBasE と兄弟線分を結ぶ垂直線分が交叉する場合 (図 20(a)).
 $x_{\alpha,L} < x_{\beta,b} < x_{\alpha,R}$ かつ $y_{\beta,b} < y_{\alpha,b} < y_{\beta,d}$
 ならば、交叉座標は $(x_{\beta,b}, y_{\alpha,b})$ である。
- (b) W_α の婚姻線分に W_β の兄弟線分と個性を結ぶ垂直線分が交叉する場合 (図 20(b)).
 $x_{\alpha,L} < x_{\beta,c_j} < x_{\alpha,R}$ かつ $y_{\beta,a_j} < y_{\alpha,b} < y_{\beta,c_j}$
 ならば、交叉座標は $(x_{\beta,c_j}, y_{\alpha,b})$ である。
- (c) W_α の兄弟線分に W_β の WHItEBasE と兄弟線分を結ぶ垂直線分が交叉する場合 (図 20(c)).
 $x_{\alpha,a_1} < x_{\beta,b} < x_{\alpha,a_{j_{max}}}$ かつ $y_{\beta,b} < y_{\alpha,d} < y_{\beta,d}$
 ならば、交叉座標は $(x_{\beta,b}, y_{\alpha,d})$ である。
- (d) W_α の兄弟線分に W_β の兄弟線分と個性を結ぶ垂直線分が交叉する場合 (図 20(d)).
 $x_{\alpha,a_1} < x_{\beta,c_j} < x_{\alpha,a_{j_{max}}}$ かつ $y_{\beta,a_j} < y_{\alpha,d} < y_{\beta,c_j}$
 ならば、交叉座標は $(x_{\beta,c_j}, y_{\alpha,d})$ である。

以上 4 つの探索パターンを用いて全 WHItEBasE の総当たり探索を行って交叉位置を求める。

4.4. 考察

前述の探索アルゴリズムの正しさについて考察する。まず、本手法が3章で述べた線分交叉の最小単位の交叉位置を探索できるかを確認する。

図6(c)(d), 図7(a)(b), 図10(c)(d), 図11(e)~(h)については探索パターン1により交叉位置が求まる。図8(a)(b), 図9(a)(b), 図10(a)(b)については探索パターン2により交叉位置が求まる。図8(e), 図11(b)~(d), 図12(a)(d)については探索パターン3により交叉位置が求まる。図9(e), 図10(e), 図11(i)(l), 図12(b)(c)については探索パターン4により交叉位置が求まる。また、図11(j)(k)については探索パターン1と4により交叉位置が求まる。以上より、線分交叉の最小単位は全て探索可能であることが示された。

次に、婚姻関係や兄弟姉妹の数が3以上になった場合を確認する。個性の上位世代がデータとして存在する／しないに関わらず、2つの個性の婚姻関係によって1つの新しい個性が発生するというプロセスを記述したのが WHItEBasE である。そして、WHItEBasE には複数の兄弟姉妹を連結できる鍵穴があり、複数婚は複数の WHItEBasE を用いて記述している。したがって、存在する個性は全てどこかの WHItEBasE で管理されていることになる。また、必要十分な4つのパターンで全 WHItEBasE を探索しているので、複雑に見える交叉の組み合わせも総当たり探索中のいずれかの時点で必ず交叉位置が特定される。以上より、関係性が3以上になった場合についても探索可能であることが示された。

上記の考察から本手法は系図上での全ての交叉位置を探索できることが示された。

4.5. WHItEBasE の有用性

WHItEBasE を用いた系図表示では、各個性ノードの鍵がどの WHItEBasE の鍵穴に接続するかのみをデータベース上で定義すればよい。したがって、実装設計は非常に簡便となる。また、理論上のような個性も確実に要因と結果を入力できるようになる。そして、同一ウィンドウ上に線分交叉を用いた表示が可能のため、図1のような系図についても自動的に表示させることができるようになる。さらに、WHItEBasE の片腕を NULL とすれば一系系譜的な系図や系統図を共存させることも可能になる。WHItEBasE には各個性の配置情報が付帯情報として実装されるため、各個性の配置はデータ入力者、閲覧者ともに自由に設定できるようになる。

5. おわりに

本研究では、不可視結節点 WHItEBasE を用いた系図表示の線分交叉位置探索手法を提案した。これにより婚姻関係の複雑さや兄弟姉妹の数に関係なく、単一の探索アルゴリズムで交叉位置の探索が可能で

あることが示された。今後は既に我々が開発した系図表示ソフトウェア MaSSRiDGe[16][17] などへの実装による本手法の有効性を示す予定である。

参考文献

- [1] 蒲生正男, 山田隆治, 村武清一 (編), “文化人類学を学ぶ”, 有斐閣, 1979
- [2] 生田敦司, 柴田みゆき, 齋藤晋, 杉山正治, 宮下晴輝, “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究 -人文研究が求める表現-”, 情報処理学会第71回全国大会, pp. 4-385~386, 2009
- [3] 柴田みゆき, 杉山正治, 齋藤晋, 生田敦司, 宮下晴輝, “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究 -既存の系図表示アプリケーションの現状と課題-”, 情報処理学会第71回全国大会, pp. 4-387~388, 2009
- [4] 杉山正治, 柴田みゆき, 生田敦司, 齋藤晋, 宮下晴輝, “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究 -線分交叉の前提と定式化に関する考察-”, 情報処理学会第71回全国大会, pp. 4-389~390, 2009
- [5] 齋藤晋, 柴田みゆき, 生田敦司, 杉山正治, 宮下晴輝, “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究 -系図表示を支えるデータベース設計について-”, 情報処理学会第71回全国大会, pp. 4-391~392, 2009
- [6] “GEDCOM のレター”, <http://en.wikipedia.org/wiki/GEDCOM>
- [7] 杉藤重信, “人類学調査支援ツール 親族データベース「アライアンス」について”, オセアニア学会ニュースレター, No. 86, pp. 10-37, 2006
- [8] 義江明子, “日本古代の氏の構造”, 吉川弘文館, 1986
- [9] 内藤求, “共通テストベッドとしての家系図トピックマップ”, 人工知能学会, 第15回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A603-04, pp. 04-01~07, 2007
- [10] 三浦佑之, 訳・注釈, “口語訳『古事記』[完全版]”, pp. 468-469, 文藝春秋, 2002
- [11] 生田敦司, “記紀を遡る系譜史料の基礎的考察”, 龍谷史壇, 115, pp. 21-52, 2001
- [12] 義江明子, “天寿国繡帳銘の一考察—出自論と王権論の接点—”, 日本史研究, 325, 1989 (のち義江明子, “日本古代系譜様式論”, 吉川弘文館, 2000 所収)
- [13] 黒板勝美, 国史大系編修会, “尊卑文脈第一篇 凡例”, “国史大系 尊卑分脈”, 吉川弘文館, 1957
- [14] The Generations Network, “Genealogy, Family Trees and Family History Records online”, <http://ancestry.com>, Nov, 2008
- [15] MyHeritage, “MyHeritage”, <http://myheritage.jp>, Nov, 2008
- [16] 杉山正治, 齋藤晋, 生田敦司, 柴田みゆき, “『古事記』学術支援データベースの構築—系譜史料の表示形式に関する検討—”, 情報処理学会・第75回人文科学とコンピュータ, 2007-CH-75(7), pp. 47-54, 2007
- [17] 柴田みゆき, 杉山正治, 生田敦司, 齋藤晋, 宮下晴輝, “『古事記』学術支援データベースの構築—神話系譜史料の表示形式に関する検討—”, 情報処理学会・第76回人文科学とコンピュータ, 2007-CH-76(9), pp. 57-64, 2007