

日本における人工知能研究の系譜

A Family Tree of Artificial Intelligence Research in Japan

篠田 孝祐
Kosuke Shinoda

理化学研究所
RIKEN
kosuke.shinoda@riken.jp, <http://profile.k4no.info/>

keywords: Reseacher Network, Social Networks,

1. ま え が き

研究者は、その研究活動においてさまざまな研究者と交流をし、成果として論文を執筆する。多くの研究者にとって、初めての研究活動の体験は、大学や大学院での卒業研究や修士研究であろう。その際には当然、指導教員となる先生に大きな影響を受ける。そして、博士号を取り、職業研究者としての活動を始めた後も、はじめのうちは大学で師事した先生のつながりを基盤に、その後、徐々に自分の活動領域を広げながら、さまざまな研究者とのつながりを広げていくことが多いのではないだろうか。

こうした研究者のつながりは、表面的には研究トピックの広がりとも捉えることができるが、よりメタなレベルでの研究に対する姿勢、つまり研究の発想や方法論などの広がりとは、いわば「研究者としての血」のつながりとも言えるかもしれない。研究者同士のつながりは、これまでの25年の人工知能学会（以下、本学会）の役割を振り返る上では、なくてはならない学会としての財産である。

本稿では、人工知能学会誌（以下、本学会誌）の初号（1981年）から26巻2号（2011年）までに掲載された、全ての論文の共著関係を分析することで、この研究者の系譜を俯瞰することを試みる。もちろん、論文の共著には表れないさまざまなつながりがあることや、論文だけが研究の成果物ではないことなど、諸処の条件付きではあるが、この25年間の学会の大まかな血脈をたどることができるのではないだろうか。

2. 研究者のつながりからみる研究の歴史

今年で本学会が創立されてから25周年であるが、筆者は1999年からの会員であるため創立当初の状況は分からない。おそらく、学会設立時には、さまざまな分野で活躍されていた研究者が、「人工知能」という旗印のもとに集まり、設立に尽力したのであろう。人工知能という研究分野をホームグラウンドとして、自身の研究活動とともに人材育成のための発表の場として学会を活用し、

人工知能の研究の発展に貢献してきたものと思う。関係論的な視点から考えると、学会の歴史はすなわち人の歴史であり、論文の歴史はすなわち人の関係性の歴史である。本学会誌に掲載されている数百篇の論文は、先輩らから営々と受け継がれた「人工知能」という分野における研究の歴史であり、その共著関係はそこで脈々と培われた学会にとっての社会的資産である。

本稿では、人工知能学会論文誌（以下、本学会論文誌）に掲載された論文の共著者情報から研究者ネットワークを作成する。対象とするのは、創刊号（1986年9月）から、分析を行った時点での最新号（2011年3月）までの約25年間全146号分の論文5245篇である。本学会誌は、2001年から論文誌と学会誌が分かれているが、2001年以前は、CiNii^{*1}にて「人工知能学会」のキーワードで抽出できる論文メタデータ集合から機械的に原著論文ではないと判断できる論文メタデータを除外している^{*2}。論文と学会誌記事（解説等）の区別がつきにくいものがあり、一部、学会誌記事が含まれている。なお、2011年9月末時点で、対象とした5245編の論文において、ユニーク著者数は2783人、のべ著者数は9273人である。

この共著情報をもとに次のようにネットワークを生成する。著者をノードとして、著者同士のリンクは、共著情報から師弟関係とみなせる間に結ぶ。なお、同姓同名は、ごく少数含まれると思われるが、特別な処理はしていない。以下で生成するネットワークは、ノードに時系列情報がついた有向グラフであり、本稿では特に**系譜**と呼ぶことにする。（ただし、特に時系列情報にこだわらないときは、研究者ネットワークと呼ぶ。）

2.1 論文メタデータからの研究者ネットワークの構築

本稿における研究者の系譜は、以下の手順で作成した。

- (1) 各論文に対して、著者のリストおよび掲載年度を取得する。共著者間の共起回数に1を加える。ただし、ヒューリスティックを採用しており、この共起回数は、第一著者と第二著者、第二著者と第三著者、第三著者と第四著者

^{*1} <http://cinii.jp/>

^{*2} 「全国大会」「研究会」「論文集」のキーワードが含まれるメタデータを除外。

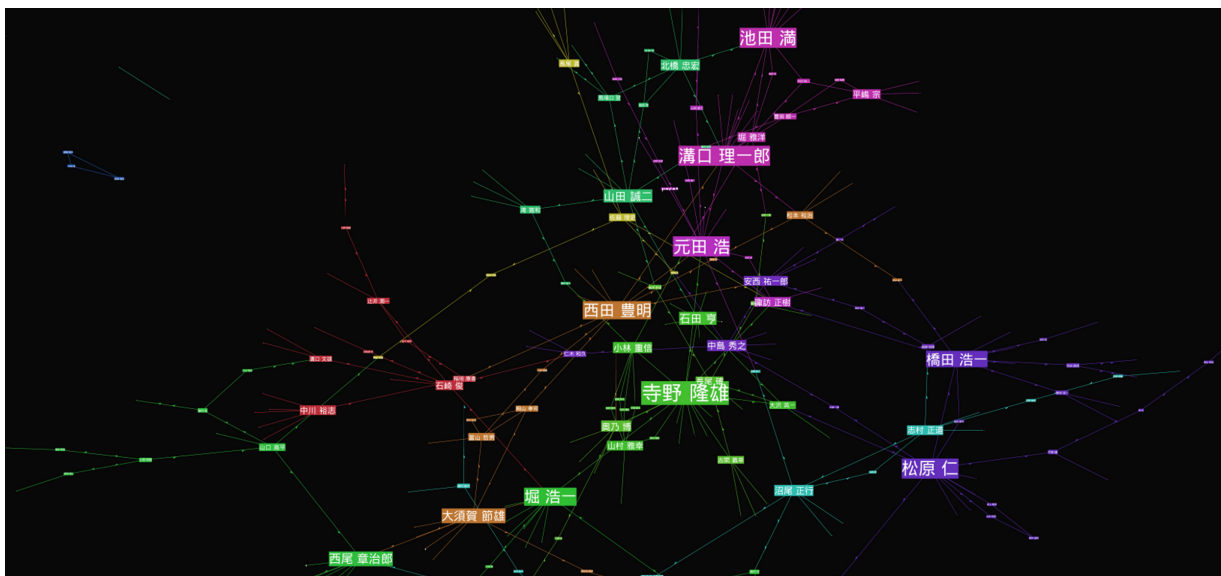


図2 人工知能研究者ネットワーク (設立-1995)

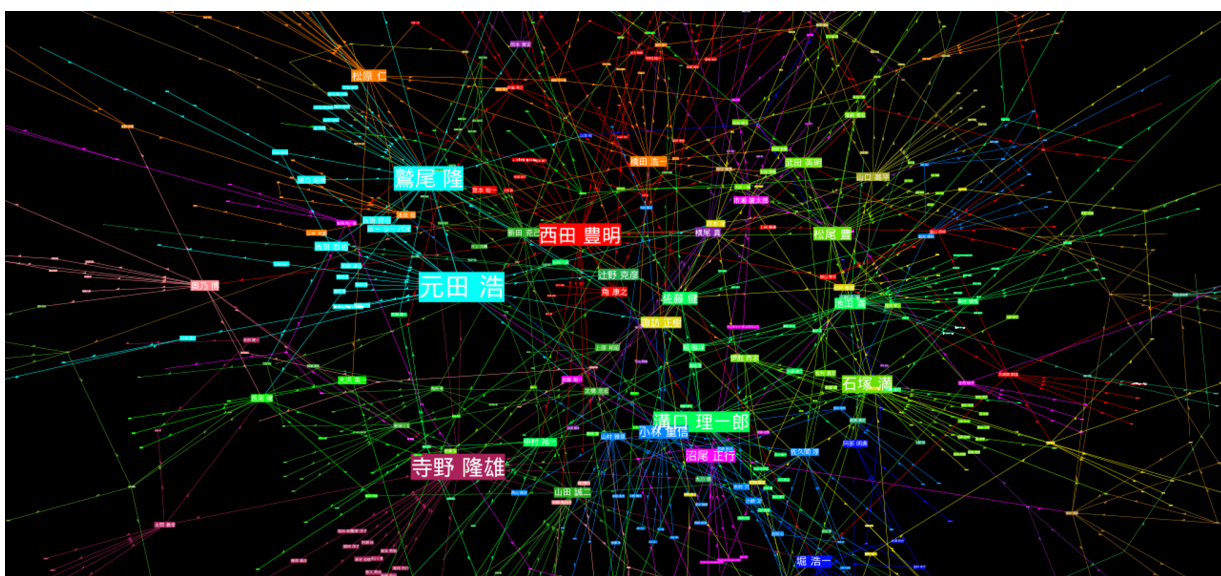


図3 人工知能研究者ネットワーク (設立-2005)

である。

いずれのネットワークにおいても、本学会において会長や編集委員長など中心的な役割を務めた研究者の名前が散見できる。年代を追うことで、長く中心的な立場を続けられている研究者や、徐々に中心的な役割を担いつつある研究者など図中から見てとれる。

次に、図4、図5、図6は、作成した系譜の全体図を年代順に階層的に表示したものある*4。初出年が早い著者ほど上に来るように配置されている。これらの図から、研究者の立ち位置が見て取れる。各系譜では、横方向へのリンクの広がり幅は幅広いコミュニティとの関わりを示しており、縦方向へのリンクのつながりは長く人工知能研究に関わり研究者育成につながっていることになる。また、これら3つの図を順に眺めると、本学会においてコ

ミュニティ間での共著が増えていることがわかる。10周年の時点では5割程度であった最大連結成分(図中の左側のかたまり)が、現在では約8割近くが一つの成分となっており、さらにその連結成分内のリンクが年代を重ねるにつれ増えている。

より具体的な内容を詳細に知るため、図4をズームアップして示したものが図7である。(なお、ノード表示位置の高さの制約を取り除いたものが図8となる。)多くのリンクを出しているノードとして、米澤明憲、志村正道、松本裕治、豊田順一、小林重信、溝口理一郎 諸氏らの名前が見て取れる。例えば、溝口理一郎氏からたくさんのリンクが出ているが、平嶋宗氏や、来村徳信氏らを通じてさらに影響が広がっているのが分かる。この拡大した部分以外でもこういった広がりがさまざまな形で見てとれる。紙幅の都合で詳しく書くことはできないが、興味のある読者はぜひ電子版 (<http://familytree.k4no.info/>) を

*4 描画には、[graphviz](http://www.graphviz.org/)(<http://www.graphviz.org/>)を用いた

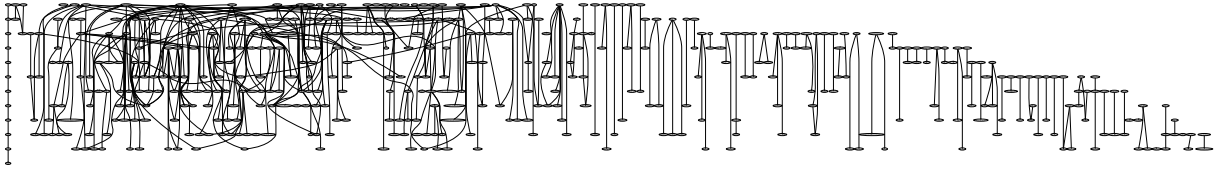


図4 人工知能研究者系譜 (設立-1995) 全体図:
441 ノード、434 リンク、約 60%の研究者で最大コンポーネントを構成

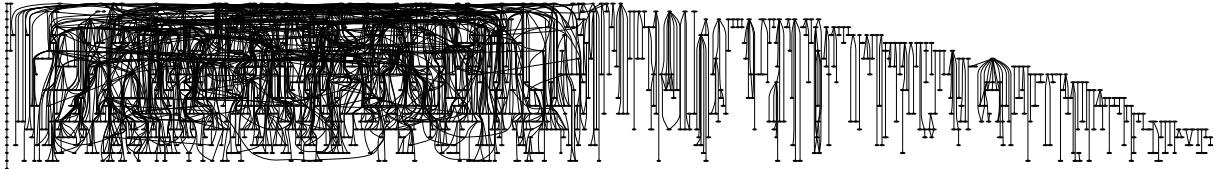


図5 人工知能研究者系譜 (設立-2005) 全体図:
1219 ノード、1460 リンク、約 74%の研究者で最大コンポーネントを構成

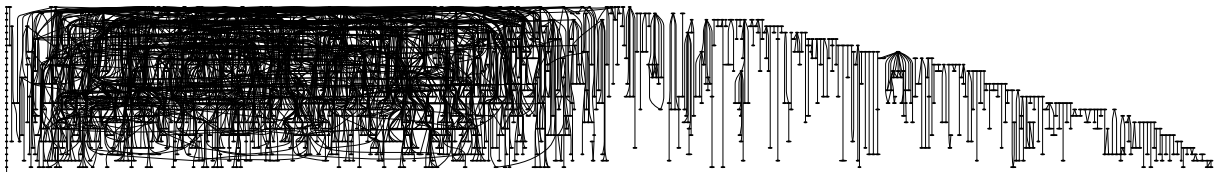


図6 人工知能研究者系譜 (設立-2011 年現在) 全体図:
1645 ノード、1991 リンク、約 78%の研究者で最大コンポーネントを構成

参照いただきたい。

3.2 人工知能学会の系譜における中心的な研究者の変遷

ネットワークの中心性 [Freeman 79] に関する分析は、社会ネットワーク分析の手法でも一般的なものである。次数中心性（リンクの数）は、論文数との相関が高く、学会と深い関わりがある研究者が上位にくるのは必然といえる。本稿で用いているネットワーク形成の手法から、すでに同一著者との共著がある場合をのぞき、論文1篇で1ないし2の次数が加算されるためである。他にも、主要な中心性の指標である、媒介値中心性、固有値中心性 [Freeman 79], PageRank [Page 98] の値で上位にくる研究者のリストを、それぞれ表1, 表2, 表3に示す。

これらの表から、溝口 理一郎、西田 豊明、堀 浩一、石塚 満 諸氏ら、近年の本学会において中心的な役割を果たしている方々が大きな次数であることが分かる。

学会設立当初から活躍されている研究者が、ネットワーク中心性でも高い値を示す傾向にあるが、ネットワーク構造によって変化しやすい媒介中心性においても、元田 浩、寺野 隆雄、西田 豊明、堀 浩一、松原 仁ら各氏が長年上位を保っており、四半世紀にわたり活躍しているのは注目に値する。それと同時に、長く活躍されている研究者に割って入る鷲尾 隆や山口 高平、松尾 豊ら各氏の研究者の存在も見つけることができる。

一方で、直観的には本学会で大きな存在感を示す研究者が何名か欠けており、次のような理由だと考えられる。

- 思想的な影響を大きく残しているが、論文という形では成果がそれほど多くない。
- 他の学会にも軸足を置いて活動している。

- 大学ではなく研究機関に所属しているため、本手法で見た場合の影響度が低く計算されてしまう。

今後の課題としては、こういった要素を加味していくことが挙げられる。

4. 他学会論文誌の系譜との比較

本稿での系譜の作成には、CiNii と J-STAGE を活用したが、そこには他の学会の論文メタデータも収録されている。本学会以外の学会における研究者の系譜を俯瞰することで、本学会の特徴を捉えることができるかもしれない。そこで、本学会に発足年度や主要関係者が比較的近い2つの学会、すなわち日本ソフトウェア学会と日本認知科学学会についても同様の分析を行った。日本ソフトウェア学会では、「コンピュータソフトウェア」に掲載された論文1487編、延べ著者2788人、ユニーク著者1057人を対象に、また、日本認知科学学会では、「認知科学」に掲載された論文1032編、延べ著者1730人、ユニーク著者711人を対象に分析を行った。

それぞれの学会は、分野としては本学会と比較的近いが、生成された系譜は視覚的に異なることが分かると思う。例えば、両学会とも、リンク密度が異なっており、研究者コミュニティのつながりが本学会に比べて少ない様子が見てとれる。特に、日本認知科学学会では、横のコミュニティのつながりより縦のつながりが明確に現れている。「文系」の学問分野ほど派閥が強く縦のつながりが強いと言われるが、そういった傾向を示しているのかもしれない。

日本認知科学学会では、一部に横のつながりを作り出し

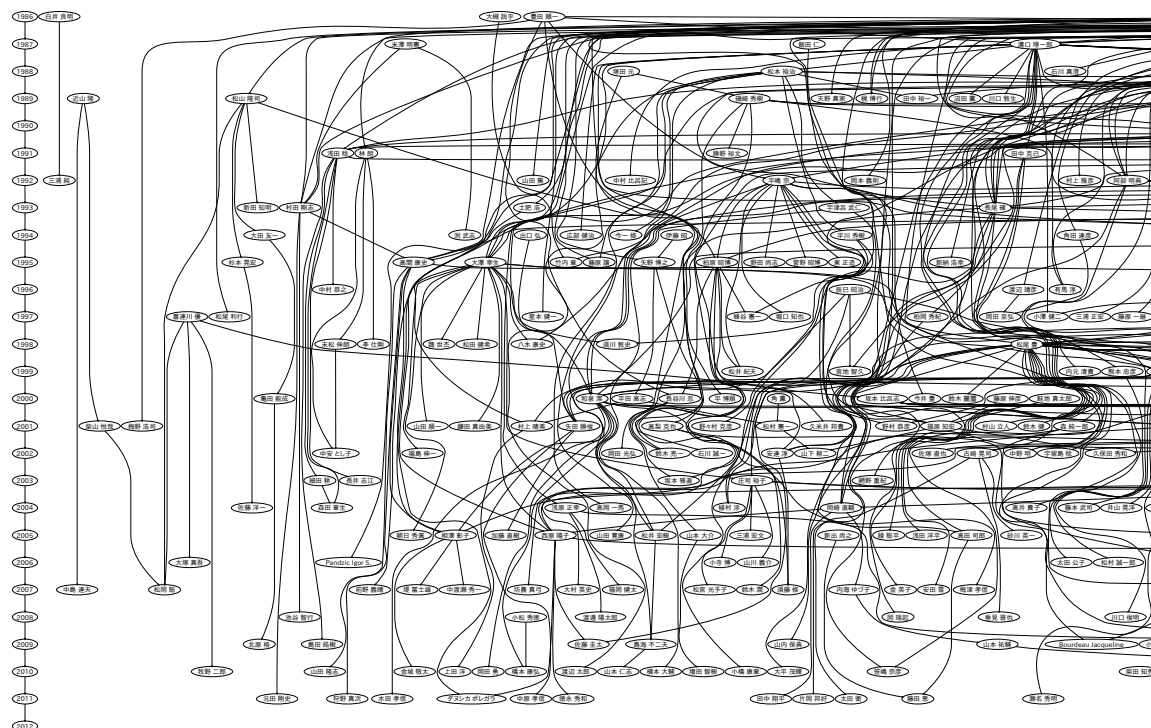


図7 人工知能研究者系譜(設立-2011)の一部拡大(全体図の左の方)

表1 10周年時での研究者ネットワークの中心性順位(441名中)

次数	媒介値	固有价值	PageRank
寺野 隆雄	寺野 隆雄	寺野 隆雄	寺野 隆雄
溝口 理一郎	元田 浩	元田 浩	松原 仁
元田 浩	堀 浩一	溝口 理一郎	堀 浩一
池田 満	西田 豊明	西田 豊明	元田 浩
松原 仁	溝口 理一郎	池田 満	石塚 満
西田 豊明	大須賀 節雄	諏訪 正樹	池田 満
堀 浩一	諏訪 正樹	奥乃 博	溝口 理一郎
橋田 浩一	松原 仁	堀 浩一	橋田 浩一
西尾 章治郎	西尾 章治郎	堀 雅洋	西田 豊明
石塚 満	橋田 浩一	大沢 英一	西尾 章治郎

表2 20周年時での研究者ネットワークの中心性順位(1291名中)

次数	媒介値	固有价值	PageRank
元田 浩	西田 豊明	元田 浩	寺野 隆雄
寺野 隆雄	寺野 隆雄	寺野 隆雄	元田 浩
西田 豊明	堀 浩一	鷲尾 隆	石塚 満
石塚 満	元田 浩	西田 豊明	鷲尾 隆
鷲尾 隆	石塚 満	溝口 理一郎	西田 豊明
松尾 豊	鷲尾 隆	石塚 満	溝口 理一郎
溝口 理一郎	溝口 理一郎	松尾 豊	松原 仁
小林 重信	山田 誠二	小林 重信	池田 満
池田 満	松原 仁	沼尾 正行	山田 誠二
山田 誠二	沼尾 正行	佐藤 健	松尾 豊

表3 25周年時での研究者ネットワークの中心性順位(1645名中)

次数	媒介値	固有价值	PageRank
西田 豊明	西田 豊明	西田 豊明	西田 豊明
寺野 隆雄	寺野 隆雄	元田 浩	寺野 隆雄
松尾 豊	山口 高平	寺野 隆雄	松尾 豊
元田 浩	溝口 理一郎	松尾 豊	鷲尾 隆
石塚 満	堀 浩一	鷲尾 隆	石塚 満
小林 重信	元田 浩	山口 高平	元田 浩
鷲尾 隆	山田 誠二	溝口 理一郎	松原 仁
山口 高平	石塚 満	石塚 満	溝口 理一郎
溝口 理一郎	鷲尾 隆	橋田 浩一	山口 高平
松原 仁	武田 英明	武田 英明	山田 誠二

ている研究者もいる。詳細に見てみると、そういった研究者の多くが実は本学会でも活躍している。つまり、本学会には、比較的縦のつながりより横断的つながりを模索する人が多いと考えられそうである。また、日本ソフトウェア科学会では、本学会に比べてリンクの密度が薄いことが視覚的に分かる。その密度にも年度によって濃淡があり、アクティブな研究者の年代とそうでない年代があるようである。それに対し、本学会は、時期を問わずコンスタントに研究者を引きつけていると言えそうである。

5. ま と め

本稿では、CiNiiより取得した論文メタデータより、本学会に採択された論文を中心として論文情報より、研究者ネットワークを作成し、分析・可視化することで、人工知能研究の系譜を図示した。また、作成した研究者ネットワークをから、ネットワーク中心性を計算し、その指標から得られる中心的な研究者を示した。やはり、中心的な研究者の大部分は、学会において重要な役職を果たされている方が多く、コミュニティの生態系の一部がデータからも垣間みることができる。また、他の学会の系譜との比較をすることで、本学会に横断的な研究者が多いこと、年代を問わず研究者の流入があることなどの特徴があることが分かった。

なお、本論文で作成した研究者の系譜や、その際用いたプログラムなどは<http://familytree.k4no.info/>に掲載しているので、さらに詳しくデータをご覧

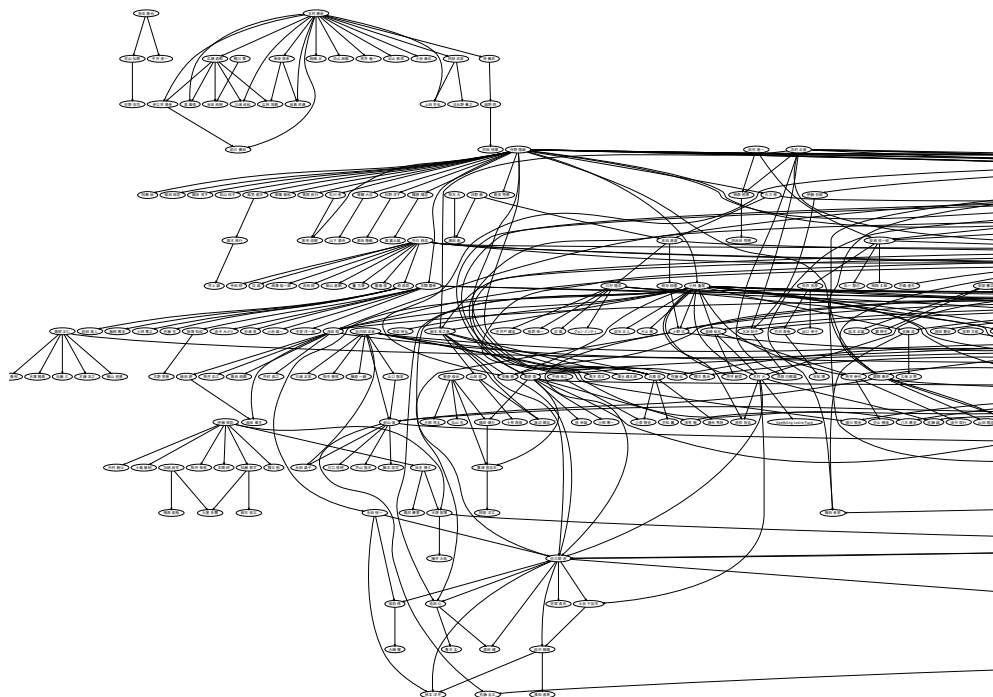


図8 人工知能研究者系譜 (設立-2011) 拡大図, 初出年代順の整理なし

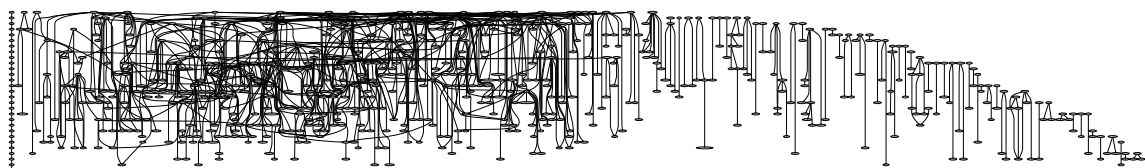


図9 日本ソフトウェア学会系譜 (1984-2011 現在) 全体図: 653 ノード、748 リンク

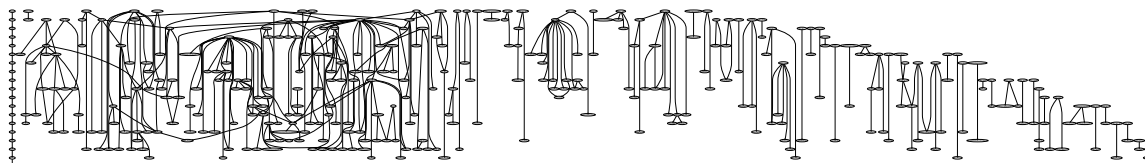


図10 日本認知科学会系譜 (1994-2011 現在) 全体図: 340 ノード、311 リンク

になりたい方は参照いただきたい。

謝 辞

本論文における系譜図作成にあたり、CiNii ならびに J-STAGE から提供されている外部インタフェースを用いてダウンロードした論文メタデータを用いた。CiNii の活用にあたり国立情報学研究所の大向一輝氏に、またデータ分析のアイデアに関して東京大学 松尾豊氏に多大なる助言を頂きましたことを感謝致します。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Freeman 79] Freeman, L. C.: Centrality in social networks: Conceptual clarification, *Social Networks*, Vol. 1, pp. 215–239 (1979)
- [Loup Guillaume 08] Loup Guillaume, and Jean V. D. B., Lambiotte, R., and Lefebvre, E.: Fast unfolding of communities in large networks, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, Vol. 10, p. P10008 (2008)

[Page 98] Page, L., Brin, S., Motwani, R., and Winograd, T.: The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web, *Stanford Digital Library Technologies Project*, pp. 1–17 (1998)

[担当委員: ××○○]

19YY 年 MM 月 DD 日 受理

—— 著 者 紹 介 ——

篠田 孝祐(正会員)

1999 年 名古屋工業大学 知能情報システム学科 卒業 2004 年 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 博士後期課程終了。博士 (知識科学), 現在, 独立行政法人理化学研究所にて協力研究員として, レーザー技術の社会応用の研究に従事。マルチエージェントシステム, 大規模社会シミュレーション, 複雑系ネットワークに興味をもつ。情報処理学会会員