

顔認証システムを用いた保育園のソーシャルグラフ分析提案

A Proposal of Social Graph Analysis for Nursery Schools Using Face Authentication Systems

富岡 強[†], 阿部 隼也^{††}, 正会員 長谷川 誠^{†††}

Tsuyoshi Tomioka[†], Shunya Abe^{††} and Makoto Hasegawa^{†††}

あらまし メガネ型のビデオカメラを着用して保育士が園児を撮影し、顔認証システムを用いて個人識別する。撮影された映像中に複数の園児が登場することから、これらの情報を用いて園児間および保育士の関係をソーシャルグラフで図示する。ソーシャルグラフを分析することによって、仲よしグループや孤立児の存在が分かる。ソーシャルグラフにおける各園児の次数中心性、媒介中心性、近接中心性、固有ベクトル中心性を算出し、中心的な園児を推定する。実験により、ソーシャルグラフの生成、および、中心的な園児の推定が可能であることを明らかにした。

キーワード：ソーシャルグラフ、顔認証、保育園、中心性

1. ま え が き

映像機器を用いた保育園業務の情報化が活発に検討されている。しかし、その多くは防犯のために監視カメラを設置しているに留まり、不審者を検出するための汎用的なセキュリティ機器として用いられている。また、監視カメラで園児を撮影し、その映像を育児資料としたり、保護者に提供したりするシステムが開発されているが、いずれも生映像の活用でしかない。ここでは、映像機器と顔認証システムを用いてソーシャルグラフを生成し、幼稚園業務の分析方法を提案する。

まず、メガネ型のビデオカメラを着用して保育士が園児を撮影し、顔認証システムを用いて個人識別する。なお、固定設置型の監視カメラではなくメガネ型ビデオカメラを保育士に着用させた理由は、保育士が園児を見ているのか否か、見落としている園児はいないのか、手がかかっている園児はいないのか、保育士の視点でソーシャルグラフを生成することが重要であることである。また、園児は保育士の方を見ていることが多く、監視カメラで問題となる非正面顔による認識率の低下が抑えられることも理由である。このメガネ型ビデオカメラは一般的なメガネと外見は変わらず、園児がカメラを意識することはない。また、軽量であ

り、保育業務に支障を与えない。

撮影された映像中に複数の園児が同時に登場することから、これらの情報を用いて園児間の関係を図示する。また、保育士と園児との関係も記述することが可能である。この人間関係図をソーシャルグラフと呼ぶ。ソーシャルグラフを分析することによって、仲よしグループはあるのか、孤立児はいるのか、保育士は園児全員を見ているのかが分かる。また、ソーシャルグラフを時系列に観察することによって、園児の変化に気づくことも可能となる。表情認識も合わせて実施し、各園児の喜怒哀楽の回数を記載し、園児の精神状態を知ることにも可能となる。

ところで、近年、赤外線センサと加速度センサによる名札型の装置を用いて人間関係を分析する方法が検討され、一部実用化も進んでいる。特に、「ビジネス顕微鏡」と呼ばれるシステムが2009年頃からオフィス向けに商用化されている¹⁾。このシステムを用いても人間どうしの対面検出が可能であり、ソーシャルグラフを作成することができる。本方法は、カメラと顔認証を用いている点が異なり、保育士が園児を見落とすことがあれば、ビジネス顕微鏡の方が高精度なソーシャルグラフ作成が可能であろう。しかし、本方法では保育士視点による可視化を重要とし、その有用性を尊重している。また、映像を用いているため、表情や音声、保育環境など、赤外線センサや加速度センサでは捉えることができない種々な情報を取得することが可能である。ビジネス顕微鏡とのハイブリットな運用も魅力ある検討となりうる。

ここでは、ソーシャルグラフにおける各園児の次数中心性、媒介中心性、近接中心性、固有ベクトル中心性を算出し、中心的な園児を推定することを考える。これら中心性

2016年 年次大会で発表/16023 顔認証システムを用いた保育園のソーシャルグラフ分析検討

2016年11月11日受付, 2016年12月13日再受付, 2016年12月16日採録
† 東京電機大学 大学院工学研究科

(〒120-8551 足立区千住旭町 5)

†† 株式会社 DTS

(〒105-0004 港区新橋 6 丁目 19-13)

††† 東京電機大学 工学部

(〒120-8551 足立区千住旭町 5)

はグラフの特徴量として従来より提案されてきた指標であるが、本稿では保育園のソーシャルグラフにおける意味について検討する。

実際に保育園に適用し、ソーシャルグラフの生成、および、中心的な園児の推定が可能であることを明らかにする。中心性の種類により、中心的な園児であっても、その役割が異なることを示す。リーダーを特定することが可能であることを示す。

保育士は日常業務において緻密な日誌をつけており、十分に記録をしているが、本方法を用いて客観的に定量的に分析し、保育業務の適切さを保証することが可能となる。万が一、保育中の事故が発生した場合、その原因を明らかにすることに加え、事故を回避する検討、事故対策への検討を日々推進していることが大切である。

次の第2節では、メガネ型ビデオカメラによる撮影方法、顔認証方法、ソーシャルグラフ生成方法について述べる。また、第3節では、中心性について解説し、幼稚園のソーシャルグラフにおける意味合いについて考える。本方法を実際に保育園に適用し、実検した結果について第4節で述べる。

2. 顔認証とソーシャルグラフ生成

保育士はメガネ型ビデオカメラを着用し、園児を撮影する(図1)。このメガネはフレームの両端にピンホールカメラとマイクを装備し、バッテリー内蔵、記録した映像は内蔵のSDカードで記録することが可能である。一般的なメガネと外見は変わらず、数分程度、園児が興味を示すが、その後、意識することはない。軽量であり、保育業務に支障が出ることはない。

保育業務の合間にSDカードを回収し、記録された映像から顔認証・表情認証システムを用いて個人を識別し、更に表情を認識する。図2に、顔認証および表情認識の事例を示す。正方形で顔を囲み、氏名、喜怒哀楽の区別と程度を示す。

撮影された映像中に複数の園児が同時に登場した場合、ソーシャルグラフ上の該当園児を示すノードを枝でつなぎ、また、保育士のノードと園児のノードも枝でつなぐ。順に2名の園児に着目し、同時に登場している回数を計数し、2名のノード間の枝に記述する。また、各園児が登場している回数を計数し、保育士と園児のノード間の枝に記述する。喜怒哀楽の回数を各園児のノードに記述する。図3はソーシャルグラフの事例である。園児のノードを円形、保育士のノードを正方形で示している。

3. 中心性分析

ソーシャルグラフの中心性を算出し、中心的な園児を推定する。ここでは、次数中心性、媒介中心性、近接中心性、固有ベクトル中心性について解説し、幼稚園のソーシャルグラフにおける意味合いについて考察する^{2)~4)}。



図1 メガネ型ビデオカメラを用いた保育士による園児の撮影



図2 園児の識別と表情認識(氏名は仮名、個人情報保護のため顔にモザイク処理を適用)

次数中心性 注目しているノードに接続されているリンク数が次数中心性である⁵⁾⁶⁾。これは園児の友人数を意味する。

媒介中心性 注目しているノードを除く2ノードについて順に着目し、その最短経路を算出する。これら最短経路のうち、注目ノードを通る場合の割合が媒介中心性である。媒介中心性が高いノードは、2つのノードをつなぐ重要なノードであることを示す⁷⁾⁸⁾。すなわち、媒介中心性が高い園児は、園児間をつなぐ要である。

近接中心性 注目しているノードと他のノードとの最短距離を算出する。これらの平均値が近接中心性である⁹⁾¹⁰⁾。近接中心性が高い園児は、どの園児とも距離が近く、親しい存在であることを意味する。

固有ベクトル中心性 注目しているノードが次数の高い別のノードと繋がっている度合いが固有ベクトル中心性である^{11)~13)}。注目している園児が、友人数の多い園児と繋がっている程度を示している。

このように中心性の種類により、中心的な園児であっても、その役割が異なることが分かる。

4. 実験

保育園(レインボーウイングス・インターナショナル・

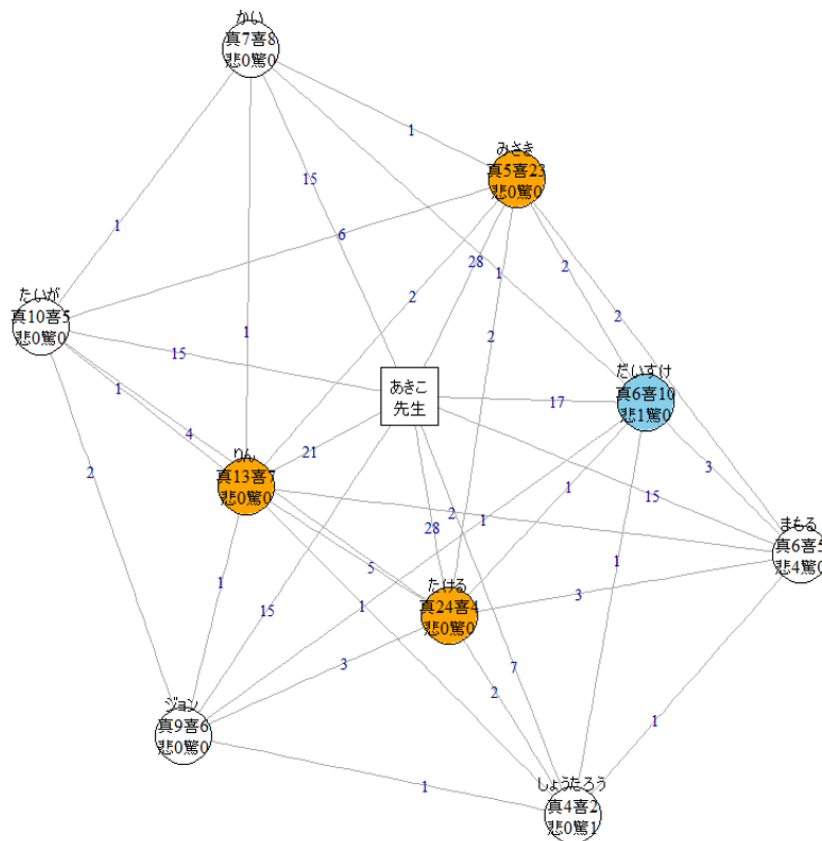


図 3 園児と保育士のソーシャルグラフ（氏名は仮名），次数中心性と近接中心性の高い「りん，たける，みさき」をオレンジ色に，媒介中心性が高い「だいすけ」を青色に着色する。

ナーサリー&プレスクール：千葉県印西市）における学齢3歳児，および，4歳児9名に本方法を適用して考察する。なお，この実験は東京電機大学ヒト生命倫理審査委員会の審査・承認を得て実施した。

ここでは，メガネ型のビデオカメラとして「サンコー社製ミタマンメガネ H.264」を用いる。6時間の充電で40分の撮影が可能である。縦720画素，横1280画素，30fpsの映像を撮影した。顔認証・表情認識については，「Microsoft社製 project oxford」を用いる。初めに，各園児について，5枚の顔写真を登録し，その後，顔認識，顔認証，表情認識し，動画のフレーム番号と合わせて記録する。ソーシャルグラフ生成についてはpython言語を用いてシステムを実装した。各種中心性の算出，および，ソーシャルグラフの表示については，R言語とR言語に付属の「igraph」パッケージを用いてシステムを実装した。パーソナルコンピュータ（CPU：Core i7，クロック3.4GHz，コア数4，メモリ4GB）を用いて処理したところ，1.91秒要した。

ソーシャルグラフの生成結果を図3に示す。なお，図中の氏名は仮名である。今回の実験では，全ての園児ノードは他の園児ノードとつながり，孤立児がないことが分かる。また，保育士は全ての園児を漏れなく対応していることが分かる。保育士は「みさき，たける，りん」と接することが多い。「みさき」は笑顔の回数が多い。「だいすけ，ま

もる」に悲しみの表情が検出され，更に二人にリンクが存在する。この二人が喧嘩していたことが推測できる。

表1に各園児の中心性を示す。また，中心性が高い上位3位の園児を表2に示す。なお，図中の氏名は仮名である。表2を見ると，次数中心性と近接中心性の結果が等しいことが分かる。一方，媒介中心性，固有ベクトル中心性の結果はそれぞれ異なる。次数中心性と近接中心性の高い「りん，たける，みさき」は友達が多く，どの園児とも距離が近く，親しい存在である。「りん，だいすけ，たける」は媒介中心性が高く，園児間を繋ぐ要である。図3で，次数中心性と近接中心性の高い「りん，たける，みさき」をオレンジ色に，媒介中心性が高い「だいすけ」を青色に着色する。「たける」は固有ベクトル中心性が最も高く，友人数の多い園児と多く繋がっている。一方，「りん」の固有ベクトル中心性が第2位である理由も興味深く，友人数の少ない園児と多く繋がっているためである。いずれの中心性においても「りん，たける」の中心性は高く，リーダーであることが分かる。

ところで，ここでは短時間の撮影による考察でしかない。より長時間撮影すると，すべての園児間に枝が張られてしまい完全グラフになり，各園児の中心性に差がなくなることも懸念される。現在は，園児が同時に登場しない場合，すなわち，枝に記載する数字が零の場合に枝を生成しないこ

表 1 各園児の中心性 (氏名は仮名).

| 名前 | 次数中心性 | 媒介中心性 | 近接中心性 | 固有ベクトル中心性 |
|--------|-------|-------|-------|-----------|
| たいが | 5 | 0.833 | 0.090 | 0.734 |
| みさき | 6 | 1.333 | 0.100 | 0.862 |
| かい | 4 | 0.416 | 0.083 | 0.596 |
| りん | 7 | 2.833 | 0.111 | 0.964 |
| ジョン | 5 | 0.750 | 0.090 | 0.754 |
| しょうたろう | 5 | 0.416 | 0.090 | 0.761 |
| たける | 7 | 1.833 | 0.111 | 1.000 |
| だいすけ | 6 | 2.166 | 0.100 | 0.835 |
| まもる | 5 | 0.416 | 0.090 | 0.777 |

表 2 中心性が高い上位 3 位の園児 (氏名は仮名, *は同率一位).

| 順位 | 次数中心性 | 媒介中心性 | 近接中心性 | 固有ベクトル中心性 |
|-----|-------|-------|-------|-----------|
| 1 位 | りん | りん | りん | たける |
| 2 位 | たける* | だいすけ | たける* | りん |
| 3 位 | みさき | たける | みさき | みさき |

とにしているが、閾値を設定して枝を間引くことも必要となる。この閾値の与え方や、各種中心性への影響について検討する必要がある。また、長時間撮影すると、状況に応じて中心的な園児が代わることもありうる。これらの変化で中心性が平均化されない検討も必要であり、更に中心性の変化を検出することも課題となる。

5. むすび

顔認証システムを用いた保育園のソーシャルグラフ生成方法を提案し、園児どうし、園児と保育士間の関係を分析した。実際に保育園に適用し、ソーシャルグラフの生成、および、各園児の中心性を算出することによって、中心的な園児の推定が可能であることを明らかにした。中心性の種類により、中心的な園児であっても、その役割は異なる。友人の多い園児、園児間をつなぐ要である園児、どの園児とも距離が近く親しい存在である園児、友人数の多い園児と繋がっている園児、種々の推定が可能である。

今後、より多くの実験を重ね、本方法の効果を明らかにする必要がある。特に、撮影時間の差が及ぼす各種中心性への影響について検討しなくてはならない、また、年齢や園児数の違い、複数の保育士による保育など、種々な状況における実験をしなくてはならない。保育士へのアンケートに加え、性能の定量的評価についても検討しなくてはならない。本方法によるソーシャルグラフが実際の人間関係を、どれくらい正確に表現しているのかを数値的に定義しなくてはならない。本稿で推測したリーダーが、実際にリーダー的な役割をなしているのか、定性的に、また、定量的に検証しなくてはならない。現在、定量的評価が可能、園児の認証精度や表情認識精度、固定設置型の監視カメラで実現する場合との比較についてもなされていない。カメラのぶれ補正など、検討しなくてはならない課題も多い。

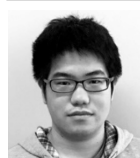
ところで、現在、本方法のロボットへの実装を検討している。ロボットが人間関係を把握し、その知識によってロボットや人間の行動を制御することは非常に興味深い。例

えば、園児間の関係が良好になるように、リーダーや保育士に助言したり、孤立児に声をかけたりすることができるであろう。幼稚園への適用のみならず、いずれの組織への適用も可能となる基礎技術となりうる。

実験に協力頂いたレインボーイングス・インターナショナル・ナーサリー&プレスクール(千葉県印西市)の園児、保護者、染谷亜規子園長先生、教職員の方々へ感謝の意を表します。

〔文 献〕

- 1) 合田徳夫：“行動ビッグデータを社会実装可能にする“ビジネス顕微鏡”、生産と技術, 67, 2, pp. 46-52(2015)
- 2) 松尾豊, 篠田孝祐, 中島秀之：“中心性に着目した合理エージェントのネットワーク形成”, 人工知能学会論文誌, Vol.21, No.1, pp.122-132(2006)
- 3) Opsahl, Tore and Agneessens, Filip and Skvoretz, John, “Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths,” Social networks, Vol.32, No.3, pp245-251, (Jul. 2010)
- 4) Crucitti, Paolo and Latora, Vito and Porta, Sergio, “Centrality measures in spatial networks of urban streets,” Physical Review E, Vol.73, No.3, pp.036125, (Mar. 2006)
- 5) 鈴木努, ネットワーク分析, pp.41-60, 共立出版, 東京, (2009)
- 6) 増田直紀, 今野紀雄, 複雑ネットワーク, pp.31-37, 近代科学社, 東京, (2010)
- 7) 神戸雅一, 山本修一郎：“企業内 SNS への社会的ネットワーク分析手法の適用”, 人工知能学会, 第 3 回知識流通ネットワーク研究会 (2008)
- 8) Abbasi, Alireza and Hossain, Liaquat and Leydesdorff, Loet, “Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks,” Journal of Informetrics, Vol.6, No.3, pp.403-412, (Jul. 2012)
- 9) Wey, Tina and Blumstein, Daniel T and Shen, Weiwei and Jordan, Ferenc, “Social network analysis of animal behavior: a promising tool for the study of sociality,” Animal behavior, Vol.75, No.2, pp.333-344, (Feb. 2008)
- 10) Daly, Elizabeth M and Haahr, Mads, “Social network analysis for information flow in disconnected delay-tolerant MANETs,” IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol.8, No.5, pp.606-621, (May. 2009)
- 11) Borgatti, Stephen P, “Centrality and network flow,” Social networks, Vol.27, No.1 pp.55-71, (Jan. 2005)
- 12) Abbasi, Alireza and Altmann, Jorn and Hossain, Liaquat, “Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures,” Journal of Informetrics, Vol.5, No.4, pp.594-607, (Oct. 2011)
- 13) Comin, Cesar Henrique and da Fontoura Costa, Luciano, “Identifying the starting point of a spreading process in complex networks,” Physical Review E, Vol.84, No.5, pp.056105, (Nov. 2011)



とみ おか つよし
富岡 強 東京電機大学工学部情報通信工学科卒業。現在、東京電機大学大学院工学研究科在学中。顔認証システムの応用に関する研究に従事。電子情報通信学会会員。



あべ しゅんや
阿部 隼也 東京電機大学工学部情報通信工学科卒業。東京電機大学大学院工学研究科修了。現在、株式会社 DTS 勤務。電子情報通信学会会員。



はせが わ まこと
長谷川 誠 1991 年、新潟大学工学部情報工学科卒業。新潟大学大学院自然科学研究科修了。博士(工学)。富士写真フイルム勤務、新潟大学講師、近畿大学准教授、フランス LORIA 研究所研究員を経て、現在、東京電機大学工学部情報通信工学科教授。画像処理、パターンマッチングに関する研究に従事。IEEE, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 各会員。正会員。