

# 納豆ビューのためのジェスチャーインターフェースの提案

塩澤 秀和<sup>1)</sup>, 福田 真<sup>1)\*</sup>, 手塚 悟<sup>2)</sup>

1) 玉川大学工学部 2) 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

**あらまし:** 近年, コンピュータグラフィックスを用いてデータを可視化し, 情報の分析を支援するソフトウェアが注目されている. 本研究では 3 次元情報可視化における操作性の問題に対して, ジェスチャー操作が有効な解決策になり得ると考え, 納豆ビューをジェスチャーで操作する方法を提案する. そして, 提案手法を企業間の関連性のデータに適応し, 企業グループの構成を可視化するインターフェースを試作した.

## A Proposal of a Gestural Interface for the Natto View

Hidekazu Shiozawa<sup>1)</sup>, Shin Fukuda<sup>1)\*</sup>, Satoru Tezuka<sup>2)</sup>

1) College of Engineering, Tamagawa University

2) School of Computer Science, Tokyo University of Technology

**Abstract:** Recently techniques that support information analytics by visualizing data with computer graphics are getting popular. We think that the gestural interface can be an effective solution for the manipulability problem of 3d information visualizations and propose a method that allows users to manipulate the Natto View with gestural operations. We applied the proposed technique to the dataset of inter-company relations and built visualization software that visualizes structures of corporate groups.

### 1. はじめに

近年, コンピュータグラフィックス (CG) を用いてデータを可視化し, 情報の分析を支援するソフトウェアが注目されている. かつてヒューマンコンピュータインタラクションの分野で情報可視化 (information visualization) という言葉が使われ始めたころには, 大規模で複雑な情報を可視化する方法として, 3 次元 CG やアニメーションなどの新しい表現方法の活用が期待され, 数多くの可視化技術が提案された. そのひとつとして筆者らが開発した納豆ビュー[1]がある.

しかし, 現在では情報可視化において 3 次元 CG はなるべく利用を控えるべきだという指針が一般的となっている. その理由として, 2 次元のディスプレイ上では 3 次元の情報を表示したときに空間的な位置関係が分かりづらいことや, 画面上の 3 次元のオブジェクトをマウスで直感的に操作するインターフェースを実現することが難しいことなどがある. このうち前者については, 3 次元ディ

スプレイやヘッドマウントディスプレイの製品化などで問題が改善しつつある.

本研究では後者の 3 次元表示における操作性の問題に対して, ハンドジェスチャー操作が有効な解決策になり得ると考え, 納豆ビューをジェスチャーで操作する方法を提案する. そして, そのアプリケーションとして企業間の関連性というビジネスに関するデータセットを用い, 企業の会議で情報の関連性を分析しながら閲覧するシステムを想定したインターフェースを試作した.

本研究が想定する使用環境は, 図 1 に示すように, 会議室などで大画面を利用しながらデータを閲覧するものである. このような場面では, キーボードやマウスを用いて手で情報を操作するよりも, ジェスチャーを用いた操作が直感的であり有効であると考えられる.

### 2. 関連技術

#### 2.1 3 次元インターフェースと納豆ビュー

前述したように情報可視化という言葉が使われ始めたころには, 3 次元 CG とアニメーションの活用が期待され, 数多くの手法が提案された[2].

\*現在, NEC フィールドエンジニア



図1 想定する使用環境

その中でも、3次元空間での情報操作を実現した初期の例として、VR-VIBE [3]がある。これは、4つのクエリー（検索語）を用いて検索されたデータの集合が、それぞれのクエリーへの適合度に応じて4つの頂点を持つ三角錐の中に配置されるというものである。ユーザはバーチャルリアリティを用いてこの3次元空間の中に入り込み、アバターを操作して自由な視点からデータの分布を見たり、頂点を動かしたりすることができる。

また、同様に3次元可視化の初期の例であるSDM [4]では、離れた位置にある棒グラフ等の比較を支援するために、3次元空間に取手や矢印のようなさまざまなハンドルを表示して、マウスによるデータ（グリフ）の複製や移動を容易にする機能が特徴のひとつとして提案されていた。

本研究で対象とする納豆ビュー[1,5]（図2）は、3次元空間にグラフ構造を描画する情報可視化である。これは、当初はWorld Wide WebにおけるHTML文書の相互リンク構造を可視化して、インターネットの情報を検索したりWebサイト内の情報の関連性を調べたりする目的で開発された。

納豆ビューでは、各HTML文書がグラフ構造のノードに対応し、リンクがエッジ（辺）に対応する。ノードとエッジは、最初3次元空間内で「床」となる平面上に描画される。この初期描画位置の決定には従来の2次元平面上におけるグラフ描画アルゴリズムが用いられる。

納豆ビューの特徴は、3次元におけるインタラクティブな操作である。ユーザは、任意のノード

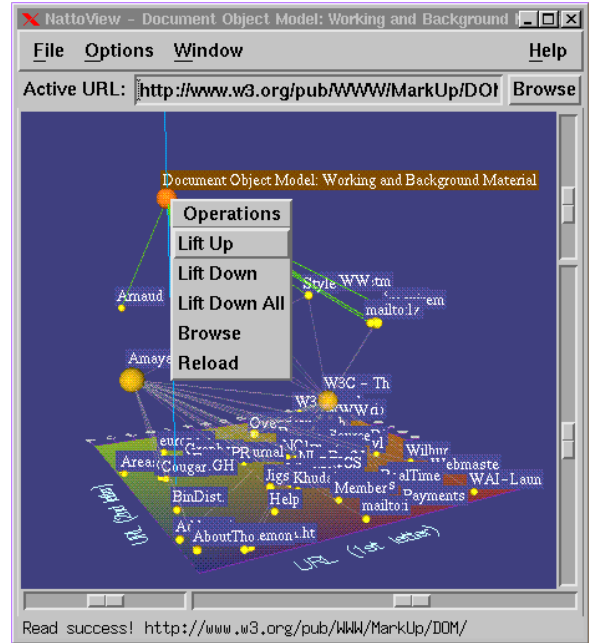


図2 納豆ビューの操作インターフェース

を選択して「持ち上げ（つまみ上げ）」ることができる。あるノードを持ち上げるとそれとエッジで接続したノードが引きずられるように持ち上がる。これによって、ユーザは複雑に絡み合った情報の関連性をさまざまな観点から見る事ができる。

図2に示すように、納豆ビューは当時のPCの性能の制約もあり、可視化表示の周囲に4つの操作用スライダバーを配置し、それぞれが持ち上げによる注目ノードの上下、視点の上下左右への回り込み、視点の接近と後退による拡大・縮小に対応していた。ユーザは、持ち上げ操作やビューの操作のために、マウスで4つのスライダバーを操作する必要があった。

その後、納豆ビューは表計算ソフトウェアのセルの関連性の可視化[6]やSNS（mixi）における友達関係の可視化（図3）にも応用された。

## 2.2 ビジネスデータの可視化

企業が他の企業との取引を進める上で、相手企業の資本関係や取引関係は経営判断上重要な情報であり、データ可視化の潜在的なニーズも高いと思われる。特に強い結びつきを持った企業同士は、企業グループを構成し、大規模なものでは1000社を超える複雑なネットワークを構成する。企業グループの情報は書籍やデータベースの形でも販

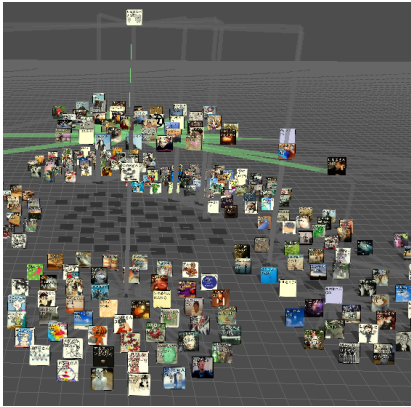


図3 納豆ビューによるSNSの可視化例

売され[7], 経営判断に活用されている。

このような背景のもと, 本研究プロジェクトが当初データベースとして想定していたのは, 財団法人日本情報経済社会推進協会 (JIPDEC) が開発を進めている「サイバー法人台帳 ROBINS」[8]である。ROBINS のデータベースには, 今後日本の全法人に割り当てられる法人番号[9]をキーとし, 企業の登記情報や他社との資本関係などの公開情報が入力される計画となっている。

しかしながら, ROBINS は現在十分な情報が入力されていないため, 本研究では日本の企業グループのネットワークを可視化する上で, 手作業で日立グループ 165 社のデータを入力した模擬データを用いることとした。

また, 主に欧米の企業の情報を収集し, オープンなデータベースとして公開しているものとして, OpenCorporates [10]がある。このプロジェクトは, 世界各国 (現在は主に英語圏) の政府の公開データ等から情報を収集し, 全世界の企業情報のオープンなデータベースを構築することを目標としている。OpenCorporates の Web サイトでは API が公開されており, 誰でも無料で情報を取得して利用することができる。

さらに, OpenCorporates では最近企業ネットワークの情報の入力と提供を開始しており, Goldman Sachs グループや Bank of America グループのデータが取得できる。また, そのための表示インタフェースとして, 力学モデル (force-directed model) [11]によるグラフ構造の可視化を利用したインタフェース (図 4) や地図を利用した可視化

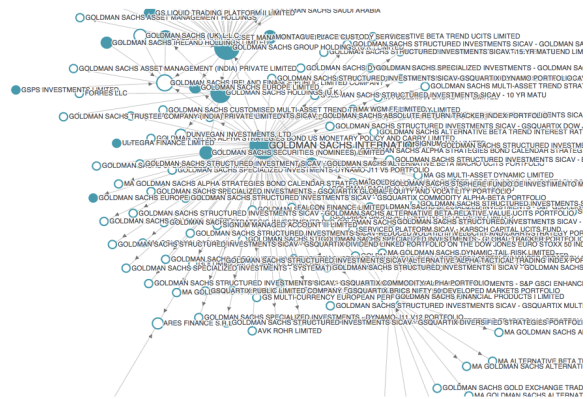


図4 OpenCorporates による企業グループの表示を提供している。

本研究では, この OpenCorporates から多国籍企業グループの例として Goldman Sachs グループの一部である 745 社の関係を取得して利用した。

### 2.3 3次元入力インタフェース

従来から, 3次元CGを用いたソフトウェアでは, 3次元入力が課題となってきた。

2次元のディスプレイ上でマウスを用いて3次元のオブジェクトを操作するには, 3次元空間に取手や矢印などの操作ハンドルを表示し, マウスで選択操作するインタフェースが一般的である。

また, 3次元の入力が行えるデバイスとして3Dマウスがある。3Dマウスはさまざまな原理のものが開発されており, 一例として3Dconnexion社の製品では, 筒状のデバイスを机の上に設置して手でつかみ, それに倒したりねじったりする操作でひずみを与えることによって, 前後左右上下だけでなく各方向の回転も入力することができる。

これに対して最近注目されているのが, 空中での手の動きを認識するジェスチャー入力の利用である。ジェスチャー入力装置は最近特にゲーム用の操作デバイスとして開発・普及が進んでおり, 価格も安く正確な入力が行えるようになってきている。ジェスチャー操作の利点は, ユーザがマウスやコントローラを持つことなく, 目の前の情報を直感的に操作できることである。

本研究で利用した Microsoft の Kinect センサーは, 赤外線によってパターンを投射し, 撮影した映像を画像処理することによって, センサーの前

に立ったユーザの全身のジェスチャーを入力するデバイスである。その他に、手の認識に特化した Leap Motion Controller などが販売されており、Intel 社なども独自のジェスチャーコントローラーを開発しており、ジェスチャー入力は将来性のあるインタフェースであるといえる。

### 3. ジェスチャー操作の提案

#### 3.1 ジェスチャー操作の検討

本研究では、従来マウスによる操作方法しか提供していなかった納豆ビューに対して、両手によるジェスチャー操作を提案する。

以下が本システムで納豆ビューの各操作に割り当てたジェスチャーである (図 5)。

##### (1) 表示空間全体の平行移動

右手でつかんで前後左右に動かす。

##### (2) 表示空間全体の横回転

左手でつかんで左右に動かす。

##### (3) 表示空間全体の縦回転

左手でつかんで前後に動かす。

##### (4) ビューの中心に来たノードの持ち上げ

右手でつかんで持ち上げる。

少し注意すべき点は、右手で(1)の操作を行うと表示空間全体が前後左右に動くことである。これにより、右手で3次元データ全体をつかんでいるようなイメージになる。そして、そのまま(4)の操作で右手をつかんだまま上に上げると、ビューの中心にあるノードが持ち上がる。2次元ディスプレイを見ながら3次元空間内でカーソルを動かしてオブジェクトをつかむという操作はやや困難であるので、このような操作方法を採用した。

また、このままではノードを持ち上げたままで右手の位置が少しでもずれると、ノードを手放してしまう。そこで、ノードを一定以上高く持ち上げるとロックがかかり選択状態から外れないように実装されている。

この(1)~(4)の操作は、従来の納豆ビューの4つの操作用スライダーバーに対応している。右手と左手の動きを用いることによって、1つのマウスで4つのスライダーバーをいちいち選択して動かすよりも、より直接的かつ感覚的にビューを操ることができるようになったと考えている。

#### 3.2 ジェスチャー認識とつかみの認識

プログラミング言語には Processing [12]を用い、ジェスチャー入力デバイスとして Kinect センサーを使用した。Processing と Kinect を連携させるために Microsoft Kinect SDK と Processing のライブラリである SimpleOpenNI を利用した。

ユーザが Kinect センサーの前に立つと、Kinect SDK の機能によりユーザが認識され、骨格と関節位置が推測される。Processing のプログラムでは、この関節位置のデータを用いて両手の位置によるジェスチャー操作を可能にする。

つかみ操作を実現するためには手の開閉を認識する必要があるが、SimpleOpenNI にはその機能が存在しない。そこで、画像から高輝度の領域のエッジを抽出する BlobDetection というライブラリを用いて、距離画像から手の周辺領域のみを取り出し、手の領域のエッジを検出してその周の長さの変化を検出することで、手の開閉を判別することができた (図 6)。

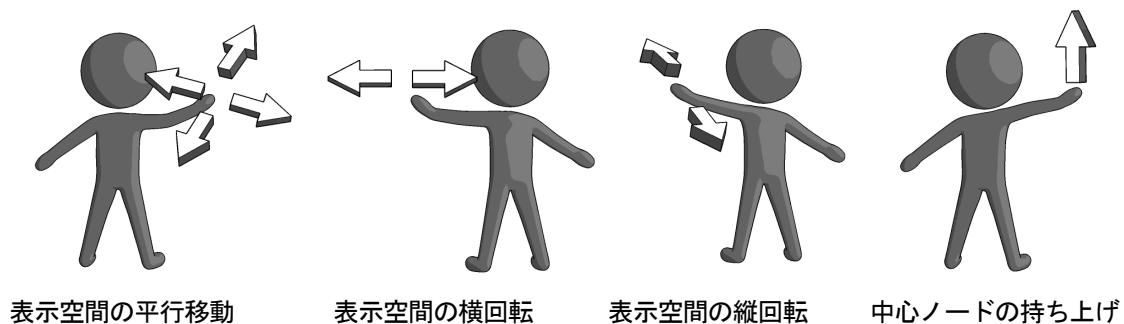


図 5 納豆ビューのためのジェスチャー操作

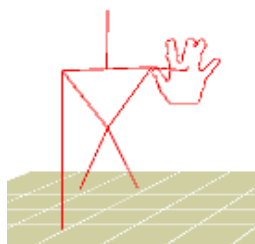


図6 手の開閉の認識

この際、カメラに写っている手の部分の周の長さの変化から開閉を読み取るため、手を下におろす際に手の向きが変わって見かけ上の週の長さが短くなり、誤認識が発生した。そこで手の位置が腰あたりより下にある場合には認識しないことにしてこの問題を解決した。

なお、新型 Kinect や Leap Motion Controller では手の開閉や指の認識が可能であるため、以上の一連の処理は不要になると期待される。

### 3.3 データの取得と初期表示

前述したように、本研究では日本の企業グループのデータとしては、日立グループ 165 社の資本関係・資本金・売上高・従業員数のデータを手作業で入力して使用した。また、欧米の企業の例として、Goldman Sachs グループの 745 社のデータを OpenCorporates からスクリプトを用いて自動的にダウンロードして使用した。

取得したデータは特にデータベース等はいわずに専用の形式に修正したファイルとして保存してプログラム実行時に読み込んで利用している。

今回の可視化ではノードの初期配置は力学モデル (force-directed model, ばねモデル) によって計算し描画している。

## 4. 可視化と操作の実行情例

図 7 と図 8 は、本システムを使用して日本の大企業グループ (日立グループの主要 165 社) の関係を可視化した例である。図 8 は初期状態で各企業は床のような平面上に表示されており、各ノードの大きさは資本金の対数で計算されている。

ユーザがジェスチャーによって持ち上げ操作を行うと図 9 のようにビューの中心が持ち上がる。

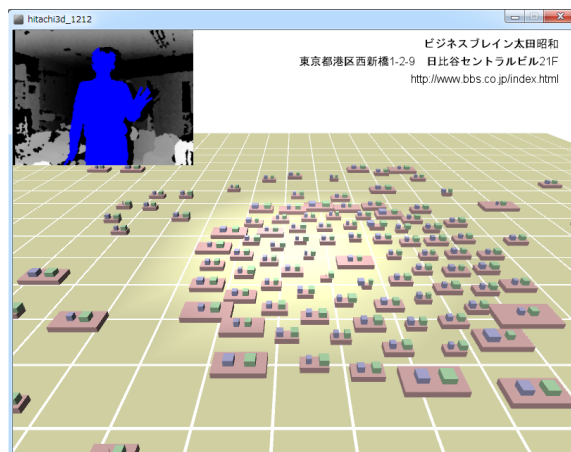


図7 3次元操作前の初期状態

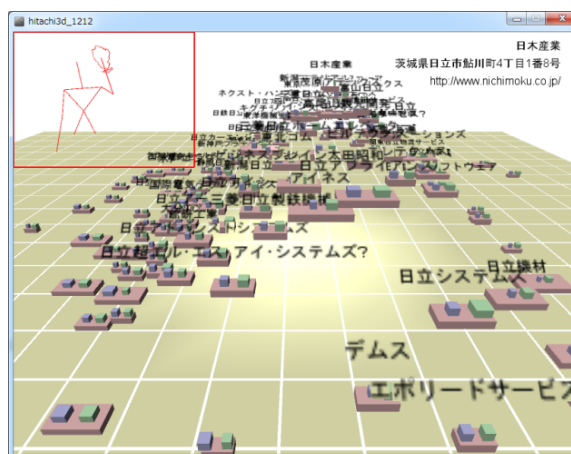


図8 持ち上げ操作の表示例

この例は、本来の納豆ビューとは異なり、中心ノードからの幾何学的な距離に応じて周囲のノードも持ち上がるように設定したものである。

これに対して、図 9 と図 10 は OpenCorporates から取得した Goldman Sachs グループの 745 社の複雑なネットワークを用いた例である。こちらのデータセットには資本金等のデータは含まれていないので、すべてのノードは同じ大きさの立方体で描画されている。

この例では、本来の納豆ビューと同様にエッジの接続によって隣接するノードが順次持ち上がる処理を行っている。この場合、持ち上げられたノードの背後にある多数のノードが視認性の妨げとなるため、ユーザが持ち上げ操作を行うと下層のノードとの間に複数の半透明のレイヤーをはさみ込んで、背景をぼかすような処理を行っている。



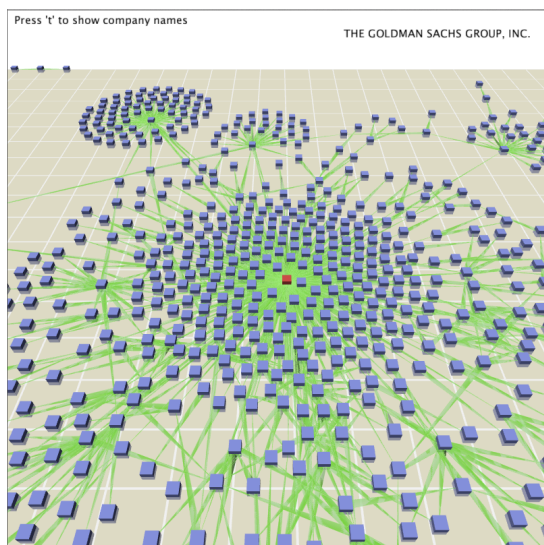


図9 多国籍企業グループの可視化例

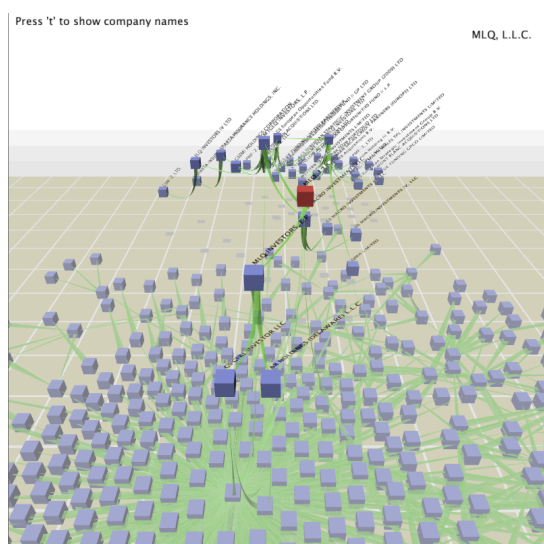


図10 納豆ビューの方式による持ち上げ操作

さらなる改善の必要はあるが、本可視化によって、OpenCorporates が標準で提供する図4の可視化に比べれば見やすい表示が生成されているといえるのではないだろうか。

## 5. まとめ

本論文では、納豆ビューのためのジェスチャーインタフェースを提案し、試作したソフトウェア

を紹介した。ジェスチャーインタフェースによって、マウスによる4つのスライダーバーの操作を両手のジェスチャーでより直接的に操作できるようになったと考えている。

今後、さらに研究を進め、より直感的なジェスチャー操作の検討を進めるとともに、使用デバイスの改善を含めた認識精度の向上をはかり、3次元可視化におけるジェスチャー操作の有効性を評価したい。

## 参考文献

- [1] 塩澤 他: 「納豆ビュー」の対話的な情報視覚化における位置づけ, 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 11, pp. 2331-2342, 1997.
- [2] S. Card, et al.: Readings in Information Visualization - Using Vision to Think, Morgan Kaufmann, 1999.
- [3] S. Benford, et al.: VR-VIBE: A Virtual Environment for Co-operative Information Retrieval, Computer Graphics Forum, Vol. 14, No. 3, pp. 349-360, 1995.
- [4] M. Chuah et al.: SDM: Selective dynamic manipulation of visualizations, Proc. ACM UIST '95, pp. 61-70, 1995.
- [5] 塩澤 他: 切り取り操作による柔軟な情報選択ができるWWW視覚化, 情報処理学会 HI 研究会, 97-HI-71(11), pp. 61-66, 1997.
- [6] H. Shiozawa, et al.: 3D Interactive Visualization for Inter-Cell Dependencies of Spreadsheets, Proc. of IEEE InfoVis '99, pp. 79-82, 1999.
- [7] 週刊 東洋経済 増刊 日本の企業グループ 2014年版, 東洋経済新報社, 2014.
- [8] サイバー法人台帳 ROBINS, 一般財団法人日本情報経済社会推進協会 (JIPDEC), <http://robins-cbr.jipdec.or.jp>
- [9] 手塚 他: 日本を強くする企業コード, 日経 BP 社, 2013.
- [10] OpenCorporates, <http://opencorporates.com>
- [11] T. Kamada, et al.: An algorithm for drawing general undirected graphs, Information Processing Letters, Vol. 31, No. 1, pp. 7-15, 1989.
- [12] Processing, <http://processing.org>