特集：モバイルマルチメディア社会の到来 携帯電話の小画面における情報の視覚化に 関する一考察

斉藤康彦¹

著者抄録：携帯電話は、画面の大きさに制約があるが、本稿では、小さな領域に多くの情報を盛り込むのではなく、大画面のデスクトップ型のPCと、小画面の携帯電話を使い分けることを提案する。モバイル環境においては、過剰な情報を閲覧しないで済ませられることや、いちべつただけで内容が理解できることが重要である。このような立場から、多様な色相の多数の画素が織り成すテクスチャの画像を用いて、情報の概略、傾向、特性を把握することを支援する視覚化手法を、携帯電話からの株価情報の閲覧に適用する。これによって、詳細な株価情報を、PCの大画面で閲覧する必要があるかどうかを、携帯電話の小画面において、即時に判断できることを示す。

キーワード：モバイルマルチメディア、情報の視覚化、テクスチャ、携帯電話、株価情報、ポートフォリオ管理、リスク

Special features: The arrival of mobile multimedia society A study on information visualization for small screens of cellular phones

SAITO Yasuhiko¹

Author Abstract: Although how to display a large amount of information on small screens of cellular phones is an important problem, we focus on how to use large screens (desktop personal computers) and small screens (cellular phones) appropriately. When we use cellular phones in mobile computing environments, we need to ignore superfluous information and to understand information without thinking hard. In this article, a visualization technique is applied to stock quotes. This technique visualizes outlines and features of information using textures composed of numerous colored points. The textures on small screens of cellular phones allow us to decide whether or not to check detailed information on large screens of desktop personal computers.

Key words: mobile multimedia, information visualization, texture, cellular phone, stock quotes, portfolio management, risk

(情報管理 44 (12): 846-854)

1. はじめに

携帯電話からインターネットに接続するサービスであるNTTドコモのiモードが、短期間のうちに

爆発的に普及した要因の1つとして、WWW用コンテンツを記述する言語であるHTMLから、iモード用コンテンツを記述する言語であるcompact HTMLへの移行が容易であったことが挙げられる。これらの言語の仕様はほとんど同じであり、HTMLで記述されたコンテンツは、変更することなく、iモードでも閲覧できることが多い。したがって、既存のWWW用コンテンツをiモード用コンテンツに流用することができるし、HTMLの知識があれば、iモー

¹(株)アイネス 研究課 (〒224-8507 神奈川県横浜市都筑区牛久保3-9-2) Tel. 045(912)5570 E-mail: sai@ines.co.jp

¹INES Corporation, Systems Research Section
(9-2, Ushikubo 3-chome, Tsuzuki-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 224-8507)

ド用コンテンツを制作することができる。しかし、携帯電話は、画面の大きさに制約があるので、既存のWWW用コンテンツのHTMLを、単純にcompact HTMLに翻訳しただけでは、携帯電話の小画面での閲覧に適さないことがある。そこで、大画面での閲覧を前提とするコンテンツを、小画面での閲覧に適するように変換する技術¹⁾が研究されている。既存のWWW用コンテンツを流用する場合や、同一のコンテンツでWWW用とiモード用を兼ねる場合には、このような技術が有効である。

一方、小画面での閲覧を前提とするコンテンツのために、小さな領域に多くの情報を盛り込む技術も研究されている。たとえば、画面を中央部と周辺部に分けて、周辺部には、詳細度の低い情報を小さな文字で表示する方式²⁾や、情報の重要度を解析し、それに応じて表示する文字の大きさを自動的に変更する方式³⁾などが提案されている。

これに対して、本研究では、モバイル環境における閲覧を前提とするコンテンツは、通常のWWW用コンテンツとは異なるコンセプトに基づいて制作されるべきであると考ええる。確かに、携帯電話の画面は小さいが、移動の合間のわずかな時間に、じっくり画面を見ながら考え込んでいる余裕はない。したがって、過剰な情報を閲覧しないで済ませられることや、いちべつしただけで内容が理解できることが重要である。このような立場からのアプローチの1つに、デスクトップ型のPCと携帯電話の使い分けがある。すなわち、詳細な情報を閲覧しながら分析を行うような場合には大画面のPCを使う。携帯電話は、詳細な情報を閲覧するか否かを決めるために使う。したがって、詳細度の低い情報、たとえば、文書のタイトルや、章、節、項の見出し、あるいは、文章の要約などが閲覧の対象になる。

閲覧すべき詳細な情報が数値データの並んだ表であれば、グラフなどを用いて視覚化して、携帯電話から閲覧する方式が考えられる。情報の視覚化⁴⁾は、大量のデータの概略、傾向、特性を、直観的に把握するうえで有効である。本稿では、特に、詳細な情報を閲覧するか否かを、携帯電話の小画面において決めるための情報の視覚化について考察する。このような視覚化の事例として、株価情報の閲覧に攪拌（かくはん）凝縮法⁵⁾を適用したものを紹介する。本手法は地域別の売上構成比率のように、一般に帯グラフや円グラフなどで表現されるデータを、多様な色相の多数の画素が織り成すテクスチャの画像として表現する視覚化手法である。このときの

画像は数値データの並びなどのテキストと相補的である。したがって、テキスト情報と画像情報の複合によるモバイルマルチメディアの一形態である。

2. 攪拌凝縮法

本章では、攪拌凝縮法の基本的な概念と、適用上の留意事項について述べる。

2.1. 前提

攪拌凝縮法では、多変量データ系列と写像 h が前提として与えられる。多変量データ系列とは、1変量データ分布の系列である。1変量データ分布とは複数の1変量データを組にしたものである。1変量データとは、その分析で注目している特性が1種類のみのものである。すなわち、変量 x によって特徴付けられるデータが n 個あるならば、組 $(x[1], x[2], \dots, x[n])$ は、1変量データ分布である。

多変量データ系列を構成する1変量データ分布は、カテゴリの集合 C 、値の集合 V 、 C から V への写像 v の組 $d=(C, V, v)$ として定義される。ただし、 V の要素は、正の整数である。たとえば、地域別の売上構成比率の場合、 C の要素は地域であり、 V の要素は（正の整数で表された）売上構成比率である。多変量データ系列は、 $i(i=1, 2, \dots)$ によって順序付けられた、複数の1変量データ分布 $d[i]$ の系列として定義される。同一の系列を構成する $d[i]$ の間では、 C と V が共通である。すなわち、 i 番目の1変量データ分布は、組 $d[i]=(C, V, v[i])$ として定義される。

写像 h は、 C から色相の集合 H への写像であり、マンセル系やPCCS (Practical Color Coordinates System) における色相環⁶⁾を、 C の要素の数、すなわち、カテゴリの数のセグメントに分割し、各カテゴリに各セグメントを代表する色相を対応させるものである。このとき、色相間の感覚距離がなるべく均等、かつ、最大になるようにする。

2.2. 攪拌凝縮と乱点図

攪拌凝縮とは、1変量データ分布の各カテゴリに対応する数値に比例する個数の点を、当該カテゴリに対応する色相で色付けして、ランダム、かつ、稠密（ちゅうみつ）に矩形（くけい）領域に配置する操作である。なお、ここでの点とは、幾何学における点とは異なり、微小な面積を有するものとする。したがって、色付けすることができる。乱点集合とは、本操作によって得られた、色相と x 座標と y 座標

帯グラフ 乱点図

● : 画素 1, × : 画素 2, □ : 画素 3

図1 帯グラフから乱点図への変換

の組の集合である。

乱点図とは、乱点集合に属する組(hue, x, y)のすべについて、色相hueの点、すなわち、画素を座標(x, y)に描画したものである。乱点図列とは、iによって順序付けられた複数の乱点図 $g[i]$ の系列である。 $g[i]$ は、多変量データ系列を構成する1変量データ分布 $d[i]$ についての乱点図である。

図1に示すように、攪拌凝縮は、帯グラフから乱点図への変換である。帯グラフは、各カテゴリに対応する3色の画素●, ×, □によって構成されている。乱点図は、これらの画素の集合体を、異なる色相の画素が混ざり合うように十分に攪拌した後に、再び凝縮したものであるといえる。

乱点図は、多様な色相の多数の画素が織り成すテクスチャ（色合いと模様）である。帯グラフでは、カテゴリの数だけ存在する描画図形の大きさに本質的な意味があるのに対して、乱点図では、ただ1つの描画図形のテクスチャに本質的な意味がある。したがって、前者では、独立した複数の部分（描画図形の大きさ）から分布全体の様子を導出することになるので、「各部分を認識したうえで、それらを総合する」という過程が介在するが、後者では、そのような過程を介在させることなく、単一の視覚的パターン（描画図形のテクスチャ）として分布全体の様子が直観的に把握できる。さらに、テクスチャが識別できればよいので、表示に必要な面積が帯グラフよりも小さくなる。

2.3. 並行乱点図

並行乱点図とは、2種類の多変量データ系列を構成する1変量データ分布 $d[i]$ と $d'[i]$ が、1対1に対応する場合に、 $d[i]$ と $d'[i]$ についての乱点図 $g[i]$ と $g'[i]$ を上下段に隣接して配置したものである。

並行乱点図では、 $d[i]$ と $d'[i]$ の分布の様子の論理積が、上下段のテクスチャの組み合わせによる視覚的パターンとして、いちべつしただけで把握できる。これによって、 $d[a]$ と $d[b]$ が類似し、かつ、 $d'[a]$ と $d'[b]$ が類似するaとbや、 $d[a]$ と $d[b]$ は類似するが、 $d'[a]$ と $d'[b]$ は類似しないaとbなどが検出しやすくなる。

2.4. 乱点織

乱点織とは、乱点図列を構成する乱点図を上下左右の間隔をあけずに配置することによって得られる、抽象的なタペストリのような表現である。基本的には、矩形の乱点図を縦横に敷き詰めるように配置するが、それぞれの位置は視覚化の目的に応じて決める。たとえば、多変量データ系列を構成する1変量データ分布が日次のものであるならば、カレンダーのように曜日をそろえて配置することもできるし、1月分を1行に配置することもできる。

乱点織は、多数の分布から構成される多変量データ系列を鳥瞰（ちょうかん）するためのものである。したがって、乱点織を構成する各乱点図を小さくして、一覽できる程度の空間に多数の乱点図を表示する必要がある。その結果、乱点図のテクスチャの違いを認識することが難しくなる。しかし、乱点織では、テクスチャの違いを認識することよりも、各乱点図を1枚のタイルとみなして、タイルを敷き詰めて描いた1枚の絵の図柄を認識することが重要である。

乱点図と乱点織の関係は、より小さな粒度の表現の集積によって、より大きな粒度の表現が生成される点で、色付けした点と乱点図の関係に類似する。しかし、前者においては、乱点図をどのように配置するかによって乱点織の図柄が変わるが、後者においては、色付けした点をどのように配置しても、ランダムに配置するかぎり乱点図のテクスチャ（厳密には、テクスチャから受ける視覚的印象）は変わらない。

2.5. 適用上の留意事項

2.5.1. 数量の大きさと内訳 : 本手法では、ある数量の内訳、すなわち、構成比率が視覚化され、数

量の大きさは無視される。したがって、1変量データ分布の中でも、特に、円グラフやレーダーチャートによって表現されるデータの視覚化に適している。また、系列を構成する複数の帯グラフは、帯の長さが同じであるものとして扱われる。数量の大きさにも注目したい場合には、たとえば、テクスチャの矩形領域の大きさによって数量の大きさを表現する、あるいは、折れ線グラフを併用するなどの方法がある。

2.5.2. カテゴリの数 : 1変量データ分布(C, V, v)における C の要素の数は、人間が識別できる色相の数が上限となる。これは、その色相で描画された領域の大きさに依存する。本手法では、原理上、1画素の大きさで識別できることが要求されるが、その場合には、経験的に、たかだか10色相程度である。

地域別、部門別、担当者別などのように、カテゴリ間に距離が定義できない場合には、異なるカテゴリが明確に識別されなければならない。したがって、カテゴリの数の上限は10程度である。

これに対して、連続的な量を分割して設定したカテゴリのように、カテゴリ間に順序関係が存在するならば、順序関係に基づいてカテゴリ間に距離が定義できる。このとき、カテゴリの数が多くなった場合には、距離の近い複数のカテゴリを識別する必要がないことがある。たとえば、0歳～99歳の年齢を1歳刻みに100カテゴリに分割する場合、視覚化の目的によっては、隣接する年齢の識別が重要でなくなる。したがって、カテゴリの数を100にすることができる。ただし、実際に識別されるのは、1歳刻みの年齢ではなく識別可能な10色相に対応する年齢層である。

2.5.3. 変量のデータ型 : 1変量データ分布(C, V, v)における V の要素は、正の整数でなければならない。小数点以下の桁がある正の数扱う場合には、整数にするために、全カテゴリについて10の n 乗倍した後に、必要に応じて小数点以下を切り捨てる。

3. 株価情報の視覚化

本章では、携帯電話からの株価情報の閲覧に攪拌凝縮法を適用した事例について述べる。

3.1. ポートフォリオ管理

株式投資におけるリスクを軽減する方策の基本は、将来の株価を的確に予測することである。株価予測の手法は数多く存在する。たとえば、株価のテ

クニカル分析⁷⁾では、過去の価格変動のパターンを分析することによって将来の株価が予測できると考える。しかし、複雑系としての株式市場における株価の変動には、明確な規則性が認められないことから、予測的中率は偶然に当たる確率を大きく上回ることはない⁸⁾。近い将来の予測でさえ、的中率は高くないし、まして、遠い将来の予測が当たることはほとんど望めない。

より現実的なリスク軽減の方策としては、分散投資⁹⁾と長期保有がある。分散投資とは、複数の金融資産に対して同時に投資することによって、ある資産の価値の下落を、他の資産の価値の上昇によって埋め合わせるものである。たとえば、株式投資信託は、複数の株式銘柄を組にしたポートフォリオに対する分散投資であり、株式投資の高いリターンを保持しながら、元本割れなどのリスクの最小化を図る金融商品である。さらに、このようなポートフォリオを長期にわたって保有することによって、途中で価格が下落しても、長い間には再び上昇することが期待できる。

3.2. 並行乱点図による視覚化

分散投資では、保有する銘柄が多くなる。したがって、それらの銘柄の株価情報を閲覧する際に、すべての銘柄について、個別に閲覧していたのではコスト（手間、時間、経費など）がかかる。特に携帯電話では、画面が小さいために、一度に表示できる情報の量が制限されるのでこの問題は無視できない。そこで、本研究では、多数の銘柄の株価情報を閲覧する際に、まず、それらの株価の分布を、携帯電話で把握したうえで、必要であると判断される場合にのみ、各銘柄の詳細な株価情報を閲覧するという方式によるシステムを開発している¹⁰⁾。

本システムでは、あらかじめ登録しておいた株式ポートフォリオの単位で株価情報を閲覧する。すなわち、登録されているポートフォリオの一覧から閲覧したいものを選択すると、当該ポートフォリオの当日の株価の分布、および、当該ポートフォリオを構成する銘柄の終値の合計と、前日の終値の合計に対する変動率が表示される。株価の分布は、以下のような並行乱点図を用いて視覚化される。

上段は、次のような1変量データ分布($C, V, v[i]$)についての乱点図である。 C は、日次終値の変動率の絶対値の集合である。 V は、銘柄の数の集合である。写像 $v[i]$ は、変動率の絶対値 c に、取引日 i における変動率の絶対値 $=c$ である銘柄の数を対応させる。これ

によって、変動率の絶対値に基づく銘柄の度数分布が得られる。各銘柄の変動率は、

(当日の終値－前日の終値)／前日の終値
として計算する。Cから色相の集合Hへの写像hは、色相環を360等分し、赤を0として、順次、0～359の値を割り当て、この値を各カテゴリに対応させる。すなわち、

変動率の絶対値 $\times 4 \times 10$ の3乗
を色相とする。ところで、色相環では、色相が360に近づくことは、0に近づくことになるので、その結果として、変動率の絶対値が大きいものと小さいものが色相のうえで識別しにくくなる。そこで、変動率の絶対値が0.065を超える銘柄は、0.065であるものとして扱うことによって、色相が260以下になるようにする。

下段は、次のような1変量データ分布(C', V', v'[i])についての乱点図である。C'は、日次終値の変動の方向を示すplusとminusを要素とする集合である。V'は銘柄の数の集合である。写像v'[i]は、取引日iにおける変動率が、0より大きいから0に等しい銘柄の数をplusに対応させ、0より小さい銘柄の数をminusに対応させる。これによって、変動の方向に基づく銘柄の度数分布が得られる。C'から色相の集合Hへの写像h'は、plusに緑、minusに赤を対応させる。

このような並行乱点図から受ける視覚的印象に基づいて、当該日のポートフォリオの状態が把握できる。上段では、変動率が小さい銘柄が多いと赤が強くなり、変動率が大きい銘柄が多いと緑や青が強くなる。下段では、株価が上昇した銘柄が多いと緑が強くなり、株価が下降した銘柄が多いと赤が強くなる。したがって、上段で赤が強く、下段で緑と赤が均衡しているならば、そのポートフォリオは安定しているといえる。逆に、上段で緑や青が強く、下段で緑と赤のどちらか一方が支配的であるならば、そのポートフォリオは不安定であるといえる。

あるポートフォリオが安定しているか不安定であるかを、客観的に判断することはできない。しかし、不安定な状態は、安定した状態の並びの中に、例外として出現することが多いので、同一のポートフォリオの時系列においては、前後の数日との対比によって、安定か不安定かを判断することができる。たとえば、図2は、2001年10月4～22日の、自動車関連銘柄から構成されるポートフォリオにおける株価の分布であるが、4日と11日は、他の日より不安定であると判断される。18日は、下段では、赤が支配的であるが、上段では、あまり緑や青が強

図2 自動車関連銘柄における株価の分布の推移

図3 2001年10月17日の業種別の株価の分布

くないので、不安定であるとはいえない。また、同一の日においても、他のポートフォリオとの対比によって、安定か不安定かを判断することができる。たとえば、図3では、電機・精密関連銘柄から構成されるポートフォリオが、他の業種よりも不安定であると判断される。このような例外としての特異性、さらには、「多数の銘柄が同じ方向に大幅に変化する」という不安定な状態の意味を考えると、不安定なポートフォリオについては、それを構成する銘柄の株価情報を個別に閲覧する必要性が高いといえる。したがって、株価の分布を表す並行乱点図に基づいて、詳細な株価情報を閲覧するか否かを決めることができると考えられる。

ポートフォリオを構成する銘柄の終値の合計と、前日の終値の合計に対する変動率はテキスト情報であり、株価の分布を表す並行乱点図は画像情報である。これらのテキスト情報と画像情報は相補的な

関係にある。たとえば、ポートフォリオを構成する銘柄の終値の合計が、前日に比べて、あまり変動していない場合でも、当該ポートフォリオが、安定した状態にあるとはいえないことがある。すなわち、上段の緑や青が強く、かつ、下段の緑と赤が均衡しているならば、終値の合計はあまり変動しないが、このときのポートフォリオの状態は、それほど安定したものとはいえない。このように、テキスト情報だけでは把握できないことが、画像情報によって把握できることがある。したがって、両者を同時に提示することには、マルチメディアとしての効果があるといえる。

3.3. 乱点織による視覚化

ポートフォリオ管理では、過去の運用成績の評価、すなわち、パフォーマンス評価¹¹⁾が重要になる。パフォーマンスは、リターンとリスクの両方に基いて評価される。リターンは、収益率の平均として把握され、リスクは、収益率の標準偏差として把握される。さらに、この両者を組み合わせた測度として、Treynor測度、Sharpe測度、Jensen測度などが用いられる。これらの値は、評価期間に依存するので、特に、ポートフォリオを長期にわたって保有する場合には、評価期間を長く設定する必要がある。

長期保有を前提とする場合のパフォーマンス評価のために、本研究では、長期的な価格変動の特性を、マクロ特性とミクロ特性として把握する。マクロ特性とは、ポートフォリオを構成する全銘柄の価格の合計を対象として、その年次変動率の平均と標準偏差として把握される特性である。ミクロ特性とは、ポートフォリオを構成する各銘柄の価格を対象として、その日次変動率の分布の時系列として把握される特性である。

ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を把握する場合、従来は、ポートフォリオ全体の価格の年次変動を観測していた。すなわち、マクロ特性を把握していた。一方、ポートフォリオを構成する各銘柄の価格の日次変動に基づく特性は、長期的な視点から把握することが難しかった。そこで、このような特性を把握するために、本研究では、乱点織を用いてミクロ特性を視覚化する。

これによって、マクロ特性とミクロ特性の関係に基づいて、ポートフォリオを分類することができる¹²⁾。以下の例では、業種別インデックス型の株式投資信託に組み入れられている銘柄から構成されるポートフォリオの分類を試みている。

業種別インデックス型は、証券投資信託協会による投資信託の分類であり、国内の各業種に属する銘柄の組に投資することによって、当該業種の株価指数と連動するように運用されるものである。ここでは、(1) 電機・精密、(2) 医薬品、(3) 公益、(4) 自動車、(5) 機械、(6) 石油・非鉄、(7) 商社、(8) 繊維を対象とする。これらのポートフォリオは、元来、業種別インデックス型という同一のグループに属しているので、類似した特性を有するが、特性の類似したポートフォリオをさらに細かく分類することができる。

各ポートフォリオのマクロ特性を表1に示す。これは、ポートフォリオを構成する全銘柄の価格の合計について、1992～2000年における年次変動率の平均と標準偏差を計算したものである。

表1 ポートフォリオのマクロ特性

業種	変動率の平均	変動率の標準偏差
電機・精密	0.126	0.437
医薬品	0.037	0.174
公益	-0.041	0.115
自動車	0.012	0.129
機械	0.019	0.246
石油・非鉄	-0.059	0.169
商社	0.027	0.267
繊維	-0.043	0.145

各ポートフォリオのミクロ特性を表す乱点織は、1992年1月～2001年9月の並行乱点図の上段を、図4のように配置したものである。これらの乱点織から、ポートフォリオのミクロ的な安定性を把握することができる。株価の変動においては、何らかの衝撃によって変動幅が大きく変わると、同じような変動幅がしばらく続く現象が観察される¹³⁾。この現象のために、通常、乱点織の内部には、互いに類似するテクスチャによる複数のクラスタが形成される。このとき、以下のような特徴が乱点織に認められるポートフォリオは、安定性が相対的に低いといえる。

- ・一定期間内のクラスタの数が多い
- ・クラスタ間の境界が明瞭である
- ・クラスタの色合いとしては、全体的に赤が弱く、黄や緑が強い

	第1取引日	第2取引日	第3取引日	
1992年1月	乱点図 ₁₁	乱点図 ₁₂	乱点図 ₁₃	...
1992年2月	乱点図 ₂₁	乱点図 ₂₂	乱点図 ₂₃	...
1992年3月	乱点図 ₃₁	乱点図 ₃₂	乱点図 ₃₃	...
:	:	:	:	...
:	:	:	:	...
2001年9月	:	:	:	...

図4 乱点織における乱点図の配置

これらの特徴は、当該ポートフォリオが衝撃に反応しやすく、価格の変動幅が大きい期間が長く続きやすいことを意味している。

公益と商社についての乱点織を図5と図6に示す。図6の乱点織には、図5の乱点織に比べて、多くの黄、緑、青の画素が混ざっている。その結果、両者の綾模様には、明確な違いが認められる。すなわち、商社は、公益よりも、ミクロ的に不安定であるといえる。ただし、乱点織を分割する綾模様のクラスタについては、両者とも境界が明瞭でない。

表2は、マクロ的な安定性とミクロ的な安定性という観点からポートフォリオを分類したものである。分類の結果は、グループ間の境界の設定に依存する。マクロ的な安定性については、年次変動率の標準偏差が0.15以下を安定であるとし、0.2以上を不安定であるとしている。また、ミクロ的な安定性については、乱点織の綾模様から受ける視覚的印象に基づいて境界を設定している。

すべてのポートフォリオが、表の左上から右下への対角線上に位置するAとEとIに分類されるのであれば、マクロ的な安定性とミクロ的な安定性の間に、「ミクロ的に安定（不安定）であるならば、マクロ的にも安定（不安定）である」という関係が成り立つ。しかし、実際にAとEとIに分類されるのは、公益と石油・非鉄と機械のみである。ただし、CやGに分類されるものがないので、ミクロ的に安定しているものが、マクロ的に不安定である、あるいは、ミクロ的に不安定であるものが、マクロ的に安定しているということはない。したがって、マクロ的な安定性を評価する際に、以下のような形で、ミクロ的な安定性を参考にすることができる。

マクロ的な安定性は、パフォーマンス評価の対象とする期間に応じて、かなり変化する可能性がある

図5 公益関連銘柄の乱点織

図6 商社関連銘柄の乱点織

表2 ポートフォリオの分類

マクロ ミクロ	安定	やや不安定	不安定
安定	A 公益	B 医薬品	C
やや不安定	D 自動車 繊維	E 石油・非鉄	F 電機・精密 商社
不安定	G	H	I 機械

ので、厳密には、たとえば、1992～2000年、1993～2000年、1994～2000年、…の各々を対象にして、年次変動率の標準偏差を計算し、その結果を総合的に判断して評価する必要がある。一方、ミクロ的な安定性は、1992～2001年を範囲とする1枚の乱点織のみに基づいて、評価することができる。したがって、パフォーマンス評価の対象とする期間に応じて、マクロ的な安定性が変化するような場合には、乱点織から導かれたミクロ的な安定性が、マクロ的な安定性を評価するうえでの目安になる。このように、マクロ特性とミクロ特性は相補的な関係にある。ここで、マクロ特性は、テキスト情報として表され、ミクロ特性は、画像情報として表されるので、両者を同時に提示することには、マルチメディアとしての効果があるといえる。

図5や図6のような乱点織を表示するのに、現在の携帯電話の画面は、小さすぎると感じられるかもしれない。高さの不足はスクロールで対処できるにしても、幅の不足が問題になる。しかし、ポートフォリオのミクロ特性を把握することが目的であるならば、乱点織の全体を表示する必要はない。月の初めの数日のみを含む、乱点織の左の部分を、細長く切り出したもので十分であると考えられる。

携帯電話から乱点織を閲覧することには、次のような利点がある。あるポートフォリオについて、詳細な株価情報を閲覧するか否かを決めるためには、乱点図に基づいて、当該ポートフォリオが安定しているか不安定であるかを判断するが、このとき、当該ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を考慮しなければならない。なぜならば、長期的に不安定なポートフォリオであれば、たまたま、ある取引日に不安定な状態になったとしても、あまり気にすることはないからである。したがって、ポートフォリオの長期的な安定性が把握できる乱点織は、乱点図に基づいて、詳細な株価情報を閲覧するか否かを定めるうえで有効である。

4. 関連研究

本章では、攪拌凝縮法に類似する視覚化手法、すなわち、画素やアイコンを規則的、かつ、稠密に配置した画像に基づいて、大量のデータの概略、傾向、特性を把握する手法について述べる。

4.1. Recursive Pattern

Recursive Pattern¹⁴⁾では、各データの値に対応する

色の画素を、再帰的なパターンにしたがって、画面上に稠密に配置する。これによって、類似する色の画素のグループ、すなわち、類似する値のデータのグループを認識しやすくする。データと画素は、1対1に対応するので、物理画面上の画素の数だけのデータを、同時に表示することができる。

100銘柄の株価の20年間にわたる変動の様子を、本手法を用いて分析した事例が報告されている。この分析では、画素が再帰的なパターンにしたがって配置された矩形を銘柄ごとに描く。すなわち、100個の矩形を描く。各画素は、取引日に対応し、画素の色は、その取引日における株価を示す。その結果、各矩形の内部には、時間軸に沿って色の縞が現れる。そこで、どの色の縞がどの位置に現れるかに基づいて、変動の様子が類似する銘柄のグループを認識することができる。なお、前章の攪拌凝縮法の事例では、株価の変動率で銘柄を集計した結果を対象としたが、Recursive Patternによる分析では、株価そのものを対象としている。

4.2. Stick Figure Icon

Stick Figure Icon¹⁵⁾では、折れ曲がった杖の形をした多数のアイコンを、画面上に稠密に配置する。杖は、複数の線分をつなぎ合わせたものであり、つなぎ合わせた個所で杖が折れ曲がる。データと杖は、1対1に対応するので、杖の数だけのデータを同時に表示することができる。杖を構成する各線分は、変量に対応し、線分の傾斜角度によってその変量の値が示される。さらに、杖が配置されるx座標とy座標によって、2変量の値が示される。分析者は、稠密に配置された多数の杖が織り成すテクスチャから、規則性や例外を表現するパターンを視覚的に検出することができる。

本手法は、杖が配置される座標によって、2変量の値が示されるので、2次元空間での位置情報を変量中に含むデータの分析に適している。このようなデータの分析には、乱点織も適している。乱点織では、杖の代わりに乱点図が用いられている。

5. おわりに

攪拌凝縮法は、多様な色相の多数の画素が織り成すテクスチャの画像を用いて、情報の概略、傾向、特性を把握することを支援する手法である。本稿では、携帯電話からの株価情報の閲覧に、本手法を適用し、詳細な株価情報を、デスクトップ型のPCの

大画面で閲覧する必要があるかどうかを、携帯電話の小画面において即時に判断できることを示した。

情報を視覚化するには、その目的に応じて、適切な視覚化手法を選択しなければならない。攪拌凝縮法は、複数の帯グラフや円グラフなどで表現されるデータにおいて、例外を検出するうえで有効であり、しかも、携帯電話の画面のように、小さな領域に表示できるという特徴がある。したがって、本手

法によって、例外が検出された場合にのみ、詳細な情報を閲覧するというのが、モバイル環境において可能になる。そこで、本手法の応用として、過剰な情報の閲覧に要するコストを削減するために、大量のコンテンツを包含する巨大なサイバースペースそのものを、携帯電話の小画面に投影することを検討している。

参考文献

- 1) 近藤 豪, 小野康一, 堀 雅洋, 北山文彦, 広瀬 紳一, 久世和資. 多種端末向けWebコンテンツ適応のための変換方式とオーサリングツール. 2000年情報学シンポジウム講演論文集. 2000, p.169-176.
- 2) 加藤清志, 芦田和正, 兼吉昭雄. 携帯端末向け小画面表示/片手操作UIの提案と試作. 情報処理学会研究報告 (1999-HI-82). 1999, p.7-12.
- 3) 増井信彦, 宮本 勝, 小澤英昭. 携帯端末に適した情報表示・操作方式の検討. 情報処理学会研究報告 (2000-HI-91). 2000, p.25-30.
- 4) Card, S.K., Mackinlay, J.D. and Shneiderman, B. (eds.). Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. Morgan Kaufmann, 1999, 712p.
- 5) 斉藤康彦. 多変量データ系列における規則性を発見するための可視化手法. 情報処理学会論文誌: データベース. Vol.40, No.SIG6(TOD3), 1999, p.1-11.
- 6) 金子隆芳. 色の科学. 東京, 朝倉書店, 1995, 169p.
- 7) 林 康史編. はじめてのテクニカル分析. 東京, 日本経済新聞社, 1997, 254p.
- 8) Sherden, W.A., 森 孝恵訳. 予測ビジネスで儲ける人びと. 東京, ダイヤモンド社, 1999, 376p.
- 9) 野口悠紀雄. 金融工学, こんなに面白い. 東京, 文藝春秋, 2000, 220p.
- 10) 斉藤康彦. 携帯電話の小画面における株価情報の閲覧方式. 情報処理学会第63回全国大会講演論文集(3). 2001, p.655-656.
- 11) 榊原茂樹, 青山 護, 浅野幸弘. 証券投資論. 第3版. 東京, 日本経済新聞社, 1998, 602p.
- 12) 斉藤康彦. 長期的な価格変動の可視化に基づく株式ポートフォリオの分類. 情報処理学会研究報告 (2000-FI-59). 2000, p.1-8.
- 13) 渡部敏明. 日本の株式市場におけるボラティリティの変動. 東京, 三菱経済研究所, 1997, 86p.
- 14) Keim, D.A., Kriegel, H.P. and Ankerst, M. Recursive Pattern: A Technique for Visualizing Very Large Amounts of Data. Proc. IEEE Visualization '95. 1995, p.279-286.
- 15) Pickett, R.M. and Grinstein, G.G. Iconographic Displays for Visualizing Multidimensional Data. Proc. IEEE Conf. Systems, Man, and Cybernetics. 1988, p.514-519.