

ニュースになる前に察知する： 情報前兆解析の可能性

東京都立大学 システムデザイン学部 情報科学科
教授 會田 雅樹

2025年11月25日

社会的背景

- 「いつでもどこでも安全な高速 NW 環境」はほぼ達成。
⇒ 人々が密接につながったことによる社会的影響が興味深い対象。
- ネット炎上などのユーザダイナミクスの過熱は、予兆の早期検知が重要。
- 現状，NW 監視により特定の投稿数が閾値を超える，コンテンツの感情分析を行う等の方法。
⇒ 時系列データの量的な分析または意味的な分析 [1], [2].
- 時系列データに量的な変化が顕在化する前に，予兆を検知したい。

[1] 釜石 萌, 株式会社エルテス ニュースリリース, “2023 年の炎上トレンドと 2024 年の炎上予測,” December 2023.

<https://eltes.co.jp/news/release/6846/>

[2] NTT コムオンライン, “ソーシャルリスク対策: 第 7 回 ソーシャルリスニングにおけるネット炎上リスク検知の課題について,” December 2017.

<https://www.nttcoms.com/service/social/column/20171213/>

理論的背景

科学技術は理論と実験の相補的な関係によって発展すべき

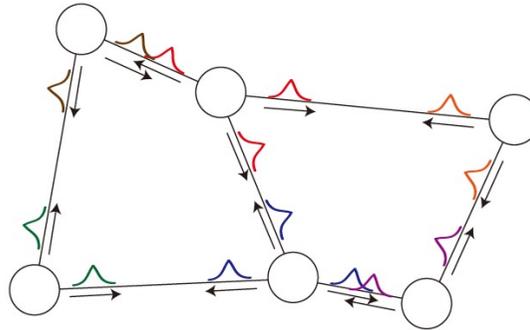
- データサイエンス的アプローチ
 - 膨大な実データの活用
 - AI等を利用したデータ分析
- 現象論的モデル
 - 特定の現象を再現するモデル
 - 観測結果を用いてモデルのパラメータをチューニング
- **基礎理論** [3]
 - 成立することに疑いのない第一原理から出発する理論

これまで、前者二つアプローチに傾斜してきたのでは？
⇒ 理論と実験のバランスの良い相補関係を目指す。

[3] 会田雅樹, ネットワークダイナミクス入門, 森北出版, April 2020.

オンラインユーザダイナミクスの基礎理論

- ユーザ間に直接影響が及ぶ関係をリンクで結んだオンラインソーシャルネットワーク (OSN) を考える



- 理論モデルの第一原理：
 - 局所性：ユーザ間の影響は OSN のリンクを介して伝播する
 - 因果律：「原因」は「結果」より時間的に先に起こる
- ユーザ間の影響はリンク上を有限速度で伝播
⇒ **有向グラフ上の波動方程式**で記述
- 作用・反作用の法則が成立しない
⇒ **実世界と異なる多様な現象が出現**

波動方程式と振動エネルギー

- 有向グラフ上の波動方程式 (ノード数 n)

$$\frac{d^2}{dt^2} \mathbf{x}(t) = -\mathcal{L} \mathbf{x}(t)$$

\mathcal{L} : OSN 構造を表すラプラシアン行列, $\mathbf{x}(t)$: ノードの状態ベクトル

- ラプラシアン行列 \mathcal{L} の固有値 λ_μ が実数の場合:

$$0 = \lambda_0 \leq \lambda_1 \leq \dots \leq \lambda_{n-1}$$

- 解に含まれる振動モード μ の解 (c_μ^+ , c_μ^- は初期条件で定まる定数)

$$a_\mu(t) = c_\mu^+ \exp(-i\sqrt{\lambda_\mu} t) + c_\mu^- \exp(+i\sqrt{\lambda_\mu} t)$$

- ネットワークの振動エネルギー (振動モードの振幅の二乗に比例)

$$E = \frac{1}{2} \sum_{\mu=0}^{n-1} \lambda_\mu |a_\mu(t)|^2$$

⇒ ノード中心性を再現

ネット炎上のグラフ構造的な説明

- 振動モード μ の解 (再掲)

$$a_\mu(t) = c_\mu^+ \exp\left(-i\sqrt{\lambda_\mu} t\right) + c_\mu^- \exp\left(+i\sqrt{\lambda_\mu} t\right)$$

- ラプラシアン行列の固有値 λ_μ が複素数になったとして以下の置き換えを行う

$$\sqrt{\lambda_\mu} \rightarrow a + bi \quad (a, b \in \mathbf{R})$$

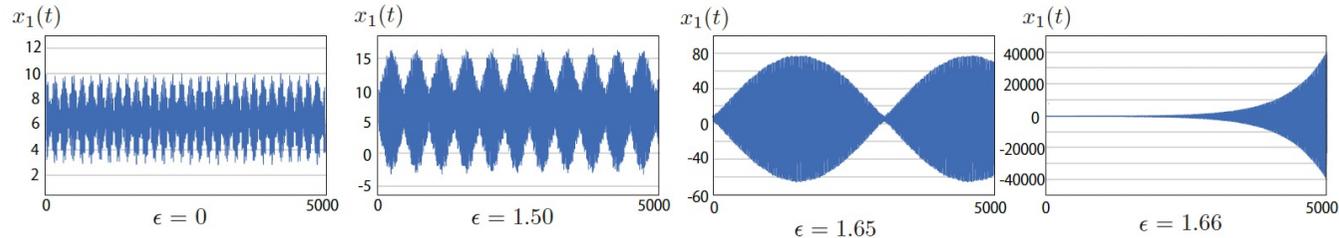
- このときの振動モード μ の解は,

$$a_\mu(t) = c_\mu^+ \exp(+bt) \exp(-iat) + c_\mu^- \exp(-bt) \exp(+iat)$$

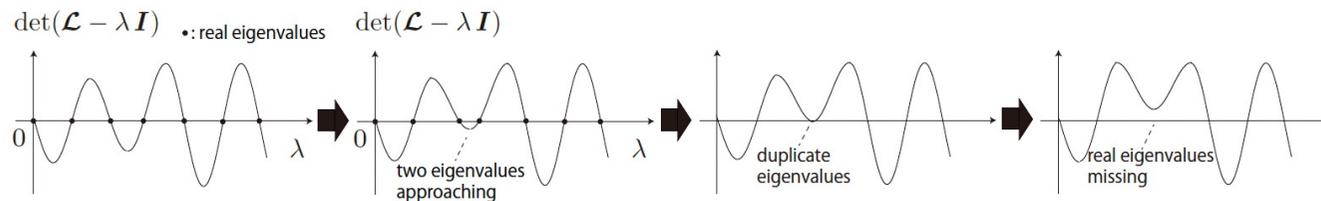
- $\exp(+bt)$ と $\exp(-bt)$ のどちらかが時間とともに発散
⇒ 振動エネルギーが発散 (ネット炎上)

ネット炎上の予兆としての低周波モード

- 振動モデルでは、OSN の構造変化によって生じるユーザダイナミクスの活性化には、低周波モードの顕在化を伴う。
- OSN 構造変化によって顕在化する低周波モードの例：

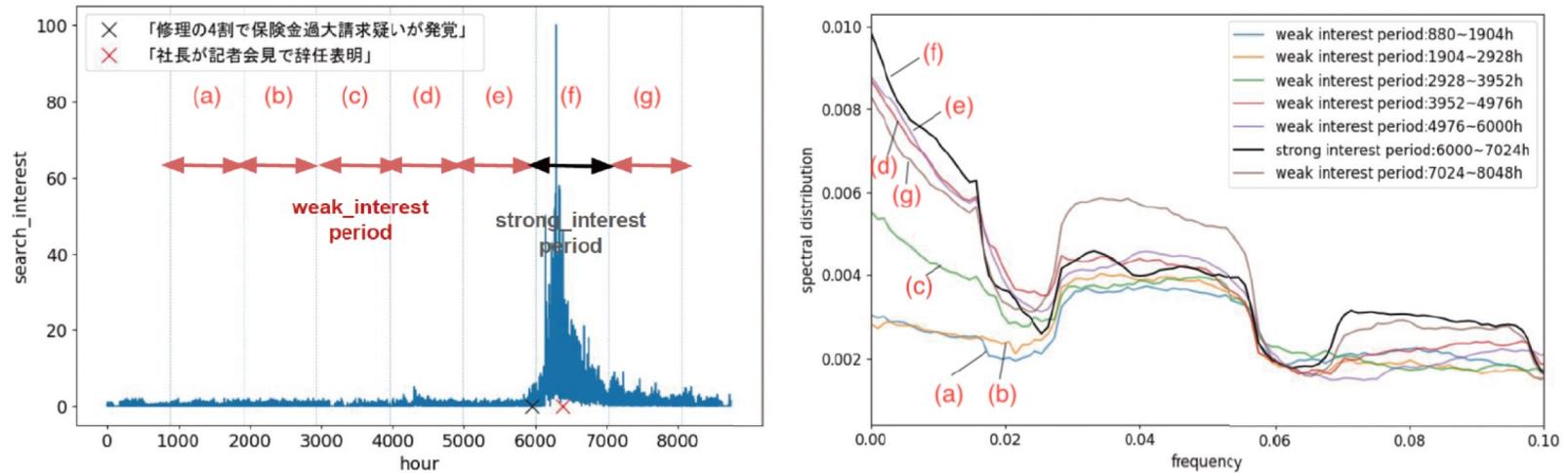


- 低周波モードの出現は、固有値の近接によって起こる。



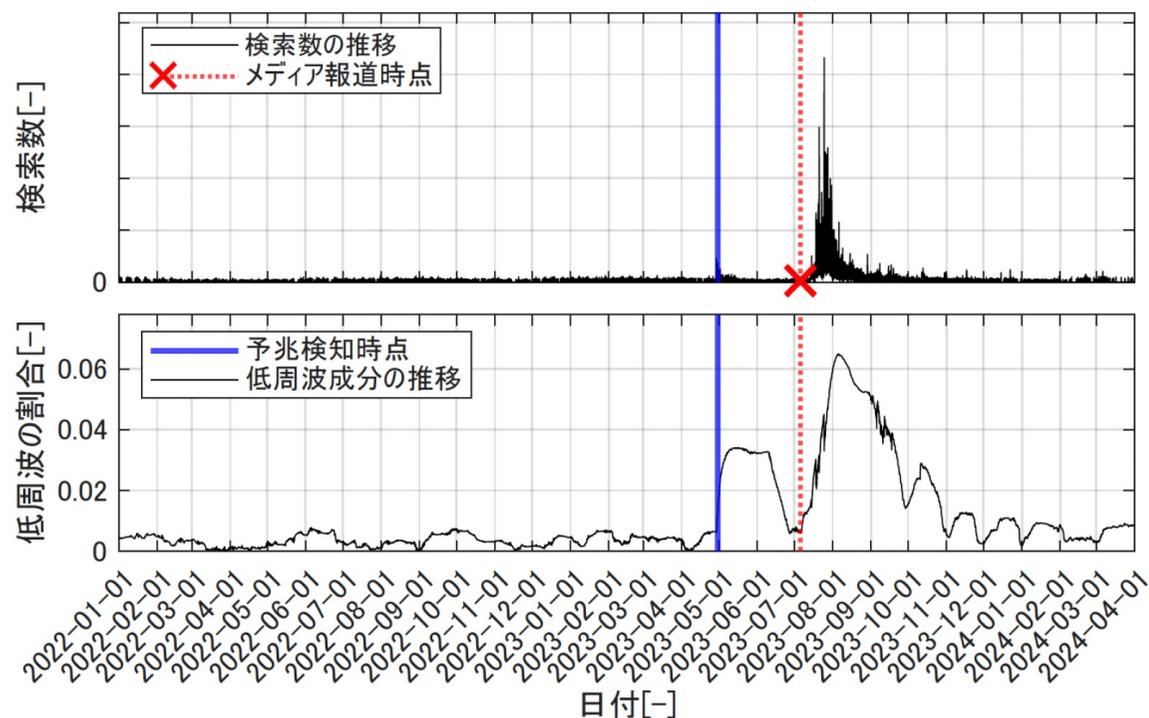
- 固有角振動数 = $\sqrt{\text{固有値}}$ なので、固有値が近接すると固有振動数の差が小さくなり、エネルギーの時間変化に低周波モードが出現する。

予兆検知の予備評価



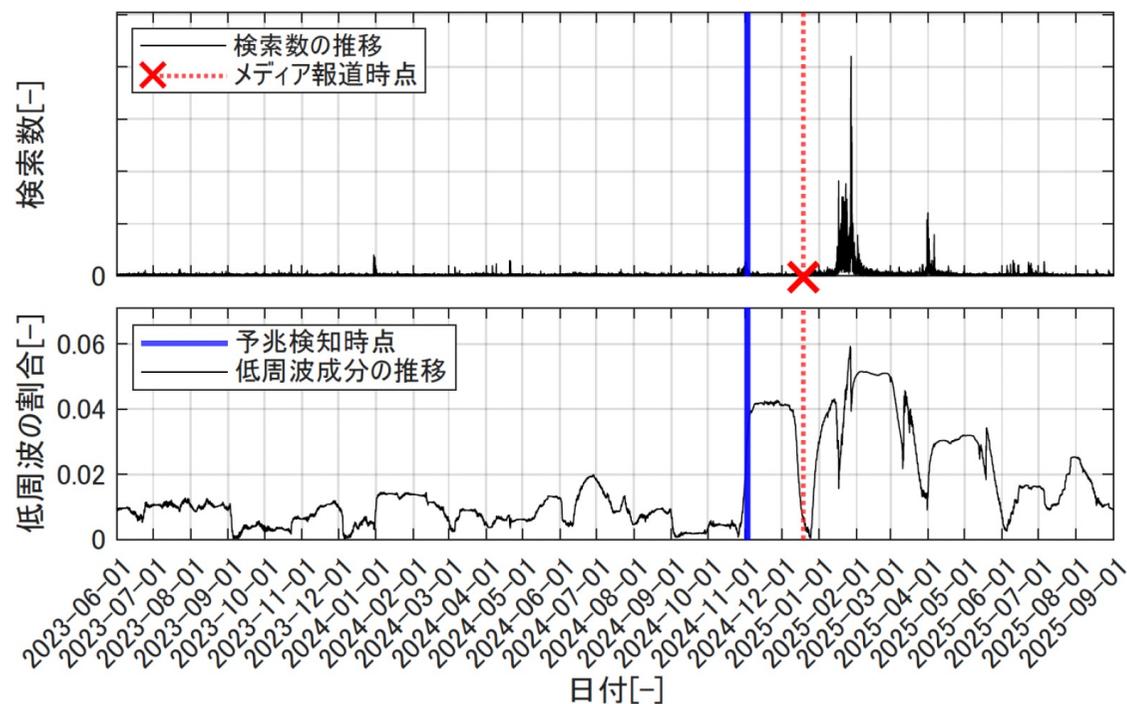
- ネット検索解析サービスによる一時間ごとの「某中古車販売業者名」の検索数の時系列 (2022/11/01-2023/11/01)
- 1024 時間単位でスペクトル分析
- 直流成分 (検索数の絶対値) を除去し, 変動部分の振幅スペクトル分布を正規化
- 事件が注目される前に予兆検知が可能
- オンラインソーシャル NW の構造を知る必要がない

予兆検知の自動化に関して (1)



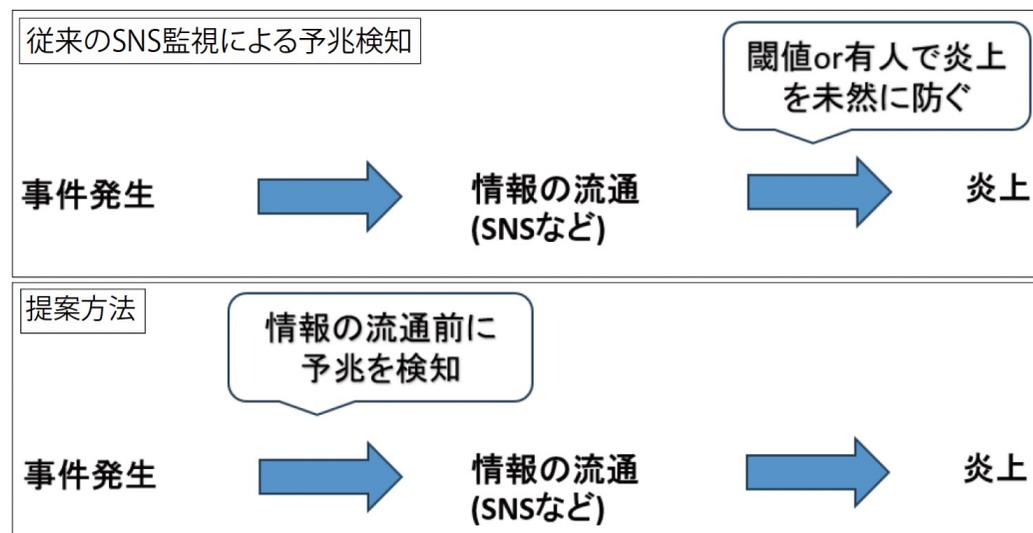
- キーワード「某中古車販売業者名」の分析
- 低周波の振幅スペクトルのみを時系列として抽出
- メディア報道の2ヶ月前に低周波の予兆を検知

予兆検知の自動化に関して (2)



- キーワード「某テレビ放送事業者名」の分析
- 低周波の振幅スペクトルのみを時系列として抽出
- メディア報道の1.5ヶ月前に低周波の予兆を検知

SNS投稿コンテンツ監視 vs. ネット検索頻度監視



- ネット検索頻度分析では、**SNS に情報が流出する前に**予兆が顕在化
 - 関係者が情報流通を恐れてエゴサーチ
 - 一部の被害者や関係者のみが気づき出す
- SNS コンテンツより、**人間の脳内思考を反映したパターン**
⇒ リードタイムが得られる
- 1社のサービスに依存することの危険性
⇒ 他の指標の可能性も検討中！

社会応用の可能性

この技術で何ができそうか？

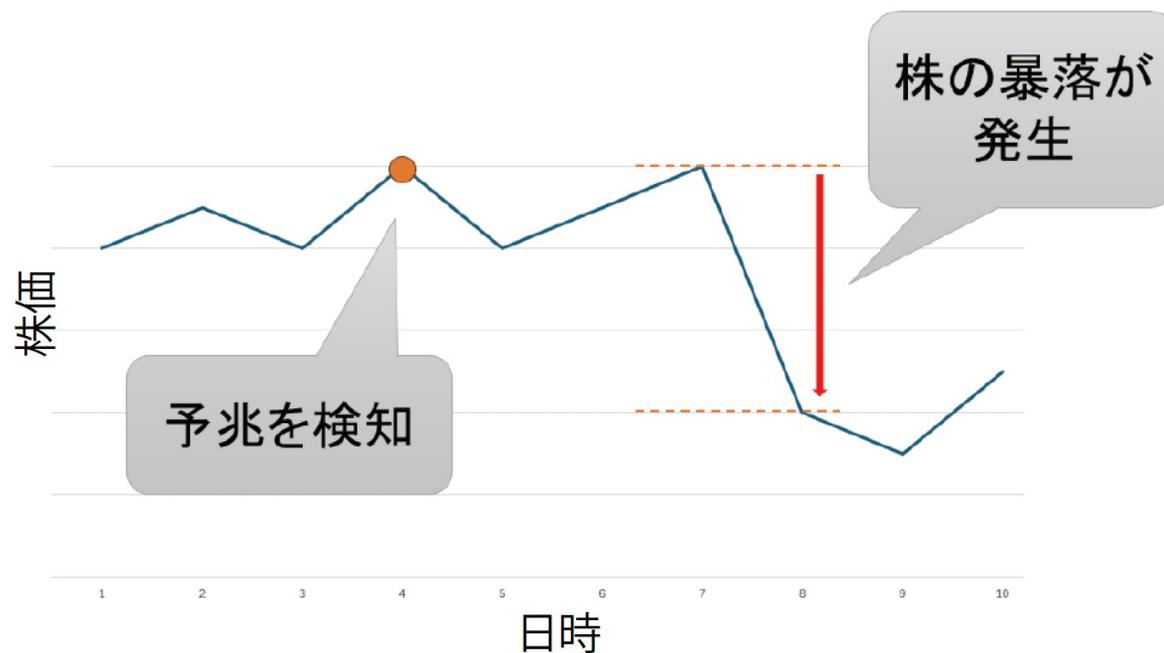
- SNS に関連情報が広まる前に，その予兆を早期検知
- Web 検索では到達不可能なダークウェブなどの活動状況を推定

社会応用の可能性:

- FinTech
- 流行予測
- 防犯対策
- 国家安全保障技術

⇒ FinTech への応用を先行して検討

空売りの仕組み



- 株価の下落局面で利益を生む信用取引の一種
- 証券会社から株を借りて売り，期間内 (6ヶ月) に買い戻すことで，株価が下落していれば利益が出る

FinTech応用の評価指標

- 空売りの(複利)パフォーマンス指標
6ヶ月(180日)あたりの利益率(6ヶ月で投資金額が何倍になるか)

$$C := (1 + r)^{180/l}$$

ここで,

$$r := \frac{\text{実験期間中の総利益}}{\text{実験期間中の総投資額}} = \text{投資金額に対する平均利益率}$$

$$l := \frac{\text{取引の総のべ日数}}{\text{空売りの総実施回数}} = \text{空売りから買い戻しまでの平均日数}$$

FinTech応用の実験条件

- 投資対象企業 (11 社)

NY株式市場に上場する多様な業種の株式時価総額の高い有名企業11社のリスト

- 実験期間: 2021年1月1日~2025年1月1日 (4年間)
- 一時間単位に予兆検知処理を実行
- 空売りは一日の最後に一度、一日の予兆検知回数に比例した額を投資
- 空売り中に株価が下落したら、以降14日間は新たな空売りをしない
- 株価が(予め決めた)利益確定閾値に達したら買い戻し、または6か月の期限で買い戻し

FinTech応用の実験結果

- 最適なパラメータ設定のもとでの実験結果 (6ヶ月あたりの利益率)

$$C \simeq 1.44$$

- 理論上, 1年で2.07倍, 5年で38倍
- 詳細なパラメータ設定は省略
- 期間中のNYダウの推移 (株価上昇トレンド)



現在の取り組み状況

- FinTech 応用・流行予測関連
大学発スタートアップ企業として、事業化の可能性を検討中
- 防犯技術・国家安全保障技術関連
科研費の枠組みで基礎研究を開始
 - 科研費基盤研究 (A)
社会的リスクを伴う非公開ユーザ活動の早期検知技術と
ダークウェブ対策への社会応用 (R07 年度～R10 年度)

従来技術とその問題点

- ネット社会の発展・普及により、オンライン上のユーザ活動と実世界の活動が密接に関連してきた。
 - ネット炎上等の社会的影響の大きな現象を早期検知したい
- 従来方法：
 - SNSの投稿コンテンツに現れる特定の単語の頻度を監視し、量的意味で閾値を超えるか判定。
 - また、AIや専門家によるコンテンツの感情分析による判定。
 - 原理的に、情報が漏洩した後でなければ検知不可能

新技術の特徴・従来技術との比較

- 情報が漏洩する前に、その予兆を早期検知することに成功.
- 従来は、情報が漏洩した後のネット炎上の立ち上がりを早期検知する方法であったが、本技術は情報漏洩前に検知できるため、他者に先んじて対策のリードタイムが得られる.
- 本技術を株式取引に応用することで、非常に高い投資パフォーマンスの実現が期待できる.

想定される用途

- 株式取引の参考情報としての、予兆検知の通知サービス、関連情報の販売
- 株式投資アプリケーションへの実装
- 自ら行う株式取引での種益の確保

- マーケティングリサーチや流行予測に関するアプリケーションへの応用
- ダークウェブ対策ツールへの応用

実用化に向けた課題

- 現在, 過去のデータを利用した株式投資シミュレーションで投資効果を実証済み. しかし, 実際の株式投資に適用した実績はこれから.
- 今後, シミュレーションにより投資効率の高いパラメータ設定をファインチューニングするとともに, 実際の株式市場での投資実験で実績を積む.
- ネット検索頻度の監視を一社のサービスに過度に依存することを避けるため, 他の分析対象も開発中.

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	<ul style="list-style-type: none">・基礎理論の整備と社会応用への可能性を確認	
現在	<ul style="list-style-type: none">・最適な投資戦略のパラメータチューニングを実施中	
1～2年後	<ul style="list-style-type: none">・投資支援アプリの開発・広範な投資対象の自動監視システム開発	スタートアップ企業立ち上げ

企業への期待

- 本技術で検知した予兆に基づく投資情報について、有効に活用できる企業に情報を有償提供したい。
- 本技術に基づく投資支援のアプリ開発に協力いただける企業があれば提携したい。

企業への貢献、PRポイント

- 株式運用を行う会社に対しては、有益な投資情報の提供、投資支援アプリへの本技術の実装などで貢献可能.
- アプリ開発企業に対しては、投資支援アプリの共同開発パートナーとして期待.

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 予測システム、予測プログラム
および予測方法
- 出願番号 : 特願2025-133062
- 出願人 : 東京都公立大学法人
- 発明者 : 會田 雅樹

産学連携の経歴

- 2006年-2007年 某通信会社と共同研究実施
- 2007年-2009年 某通信系研究所と共同研究実施
- 2007年-2014年 某電機メーカーからの受託研究を実施
- 2016年-2024年 某通信会社研究所と共同研究実施
- 2025年- 某電機メーカーとの共同研究開始

お問い合わせ先

東京都立大学
産学公連携センター URAライン

TEL 042-677-2202

e-mail sangaku-ura@jmj.tmu.ac.jp