

早稲田大学大学院情報生産システム研究科

博士論文概要

論文題目

技術動向の分析・予測に関する
工学的方法論の研究

A Study on Engineering Approach
for Analysis and Foresight of
Technology Trends

申請者
小林 慎一

Shin-ichi Kobayashi

情報生産システム工学専攻
設備診断技術研究

2006年 1月

1. 目的

我が国の近年の科学技術政策の根幹は科学技術基本法にある。基本法に基づいて過去2期にわたって科学技術基本計画が実施された。この成果を背景として、2006年度から第3期基本計画が予定されている。過去の計画の反省を踏まえて、より大きな成果を生み出すために第3期基本計画においては重点化戦略を組込むことが大きな課題とされている。そのためには技術ロードマッピングなどの客観的なデータに基づく精度の高い分野別推進戦略の策定が必要である。科学技術分野の研究開発計画に明確な戦略性を持たせ、重点分野を明らかにすることの重要性は欧米においても等しく認識されている。

研究開発計画における戦略性を確立するためには、技術動向の正確な分析・予測が前提となる。技術動向の分析・予測の手法には長い研究の歴史があるが、実用に供されている手法は少ない。本研究では、近年の科学技術発展の基本的特質に合致する現代的な技術動向の分析・予測に関する工学的的方法論を提案する。本研究では、現代の科学技術の発展の特質を以下の3点と考える。

インターネット上の情報共有

技術の方向転換の速さ

技術の偏在化（上記の2つの特質の背景的要因）

こうした特質を反映した方法論の確立によって技術動向分析・予測の精度向上および範囲拡大が実現できることを実証的に示す。

本研究で提案する方法論は、上記の傾向に対応して以下の2つで構成される。

定量的方法論（インターネットリソースを用いた時系列的分析と予測）

「インターネット上の情報共有」に対応

定性的方法論（対立点の推測にもとづく技術動向の分析と予測）

「技術の方向転換の速さ」に対応

各方法論を実際のデータに対して適用し有効性を検証した。対象分野は、上記の傾向がもっとも顕著にあらわれているソフトウェア分野とした。

2. 定量的方法論

インターネットリソースを対象に、技術動向の時間的変化の先行指標の定義と実証、対象分野の構造的傾向把握のための指標の定義と実証、多相キーワードの切り出しと相単位の分析、の3項目を研究課題とした。

2.1 時間的変化の先行指標

テキストデータから将来の時間的変化の傾向を定量的に抽出する研究の例は存在しない。その意味で本方法論はユニークである。本研究では期待情報量の縮減に着目した指標である影響度を定義した。この指標によって数ヶ月先程度の直近未来の時間的変化の検出が可能であると仮定し、実験によりそれを実証した。

インターネットニュースサイトのブロードバンド分野およびモバイル分野の記事を対象に実験を実施した。その結果、数ヶ月先の近未来の顕著なトレンドの

変化について、75%（6件/8件）の予測精度、100%（3件）の再現率で予測が可能であることを示した。きわめて良好な結果である。

2.2 対象の構造的傾向把握のための指標

対象の構造を把握するために4種類の指標、関連度、優越度、重要度、影響度を定義した。これら指標の時系列変化を分析することによって対象の構造の時間変化的傾向が把握できるとの仮説を置いた。重要度および関連度の研究例は多いが、時間的变化を分析した例は少ない。優越度および影響度は本研究の固有の成果である。実験の結果によれば、4種類の指標はブロードバンド分野およびモバイル分野の実験当時の状況をおよそ正確に記述していることを確認した。

人間の識者の判断との比較を行うために、重要度と影響度によるキーワードの分類問題を設定し、整合性を評価した。本方法論と識者の判断の間で平均60%程度の一致を見た。ブロードバンド分野の組織の階層化度合いについても本方法論と識者の判断を比較検証した。両者の認識は約80%一致している。

適切なキーワード抽出と優良なインターネットリソースとの組み合わせで、当該分野の構造を高い精度で認識できることが示された。相単位の分析においてもこの評価が当てはまる。

2.3 多相キーワードの切り出しと相単位の分析

パターンマッチングによって、テキストデータから9種類の相（組織名称、技術用語、システム名称、規格名称、サービス名称、人名、ハードウェア名称、社会現象/トレンド、ビジネス用語）の各分類に対応したキーワードの抽出が可能であることを示した。これらのキーワードを相単位で分析し、当該分野を組織主導型、技術主導型、規格中心型などの形で構造的に認識することができる。

3. 定性的方法論

変化が激しい現代における予測への適用可能性を目的に、対立点の推測と検証による方法論を提案した。この方法論では、情報技術に関する複数のトレンドがそれぞれ独立に進展することによって対立概念が顕在化し、その解消のために新たな技術の創出が求められる、と考える。将来の対立点がどこに発生するかを推測することが重点分野の検討につながる。ソフトウェア工学の知見を応用して対立の度合いを計測する手法も示した。

本方法論に基づき、公的な研究費配分機関での研究開発テーマとして25の重点分野を策定した。これらの重点分野は、対象とした公的研究費配分機関の性格から、ソフトウェア分野全般にわたっている。

「真の重点分野」が先見的に存在するとは考えられないため、本方法論で得た重点分野の正当性を厳密に客観的に評価することは困難である。本研究では、導出された25の重点分野を、デルファイ法にもとづく文部科学省技術予測調査の主要課題と比較分析することで検証した。

3.1 予測の精度

本方法論で得た重点分野は文科省調査の主要課題の89%(8テーマ/9テーマ)をカバーしており、高い精度で両者が一致していると言える。本方法論の重点分野の36%(9テーマ/25テーマ)は文科省調査の主要課題には存在しないテーマである。この部分は文科省調査に対する本方法論の独自性を示している。

3.2 予測の詳細さ

本方法論による重点分野と文科省調査の主要課題の詳細さは、対象分野によって異なる。数年先程度の近未来的に重要と考えられるソフトウェア工学分野およびセキュリティ分野においては、本方法論は動向の変化の急激さを考慮して文科省調査の主要課題の数倍程度に詳細化あるいは多様化したテーマを抽出した。

ヒューマンインタフェース分野、マルチメディア分野においては、本方法論が策定したテーマ数は文科省調査のテーマ数の数十パーセントに留まっている。

本方法論に基づく重点分野は数年先程度の近未来的な対立点に重点を置いている。文科省調査ではより時間的に先の未来に焦点を当てている。予測したテーマの精度や詳細さの比較検討によって、本方法論とそれに基づく重点分野の特徴と文科省調査による主要課題の特徴を明確にした。

3.3 重点分野に至るプロセス

本方法論で得られた最終的な結果だけでなく、重点分野にいたる一連のプロセスが系統だっているか否かが重要である。第2期科学技術基本計画の重点化分野はその必然性や意義が明確ではないとの反省がある。ブレインストーミング法に代表される従来の定性的技術予測手法には、体系的な検討を保証する明確なメカニズムが存在していなかった。ロードマップ策定に関連して、ロードマップよりロードマッピングがより重要、との指摘がある。技術動向の予測・分析においても単なる結果よりは、それを導き出すプロセスが大きな意味を持つ。本方法論では、技術動向の分析と予測に対して、トレンドの対立にもとづく対立点の推測と検証という体系的な検討法を導入した。これによって重点分野の検討に一定の網羅性が得られ、複数人での検討作業が過度に発散せず、系統的で見通しの良いものになることを示した。

4. 結論

以上より、2種類の方法論は機能および性能の観点で、当初の目的を達成した。実用的な規模と複雑さを備えた問題に対する本格的応用へ向けて、本方法論の可能性が立証できた。

国家レベルの大規模プロジェクトへの適用に当たっては、それぞれの方法論の改善が不可欠である。

本研究を出発点として、今後一層研究を深化させていきたい。