

Title	進行中のプロジェクト計測とフィードバック実験に基づく計測データベース活用方式の提案
Author(s)	神谷, 芳樹; 菊池, 奈穂美; 松村, 知子 他
Citation	
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/50596
rights	ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

進行中のプロジェクト計測とフィードバック実験に基づく 計測データベース活用方式の提案

神谷芳樹^{1,2*}, 菊地奈穂美², 松村知子¹, 大杉直樹¹, 門田暁人¹, 肥後芳樹³, 井上克郎³, 松本健一¹

実フィールドでのプロジェクト計測の試みにもとづいて、プロジェクト計測データベースを活用したプロジェクト途中での計測データによるプロジェクト予測とそのプロジェクト運営への反映手法を提案する。筆者らは産学官連携による新しいソフトウェア工学研究の枠組みを構築し、ここで実フィールドデータの収集環境を構築し、2種類のプロジェクト計測を実現した。一つは多数の終了済みプロジェクトのベンチマークデータ収集で、もう一つは進行中のプロセスとプロダクトの推移を示すデータの自動収集とその分析結果のプロジェクト運営へのフィードバック実験である。

いずれの計測も試みの中でその有用性が実証されつつあるが、本論ではこの一連の活動を鳥瞰しながら発展させて、動的なプロセスとプロダクトの推移を計測したデータベースとプロジェクト終了後の静的なベンチマークデータによるデータベースを合わせて構築し、これをプロジェクト途中までに得られる静的なベンチマークデータをキー情報とした協調フィルタリング技術によってプロジェクト予測と運営に活用する手法を提案する。

あわせてこの提案の環境実現のために開始した新たな実験計画について報告する。

A Proposal to Utilize Project Measurement Database based on an Empirical Measurement and Feedback Trial

Yoshiki Mitani^{1,2}, Nahomi Kikuchi², Tomoko Matsumura¹, Naoki Ohsugi¹, Akito Monden¹,
Yoshiki Higo³, Katsuro Inoue³, Ken-ichi Matsumoto¹

This paper proposes a new method for building a database of project measurements using both in-process measurements of process and product and post-process benchmarks. It also proposes a way to use these measurements for generating project estimates using collaborative filtering technology and interim benchmark data from a new project. In other words, this paper proposes first to identify similar project groups through collaborative filtering of the benchmark database, and then to develop project predictions or estimates based on the measurements of process and product for similar projects retrieved from the database.

The paper describes the Empirical Project Monitor (EPM), a project measurement system. It presents experimental results from use of EPM in a governmental project with collaborative multi-vendor development. It also describes a project aimed at collecting benchmark data from software projects that has collected data from over 1000 projects in 15 software projects. The paper also introduces a method for data analysis using collaborative filtering technology that has proven effective for data sets with missing elements. This paper describes a general method for performing analysis and predictions of software development projects. Based on the described research, this method uses dynamic measurements of software process and a database of project measurements, along with collaborative filtering technology. We propose to verify this method experimentally in future research.

*奈良先端科学技術大学院大学¹, 独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター², 大阪大学 大学院³ Nara Institute of Science and Technology (NAIST)¹, Information-technology Promotion Agency, Japan (IPA), Software Engineering Center (SEC)², Osaka University³

1. はじめに

本論ではまずこの提案の基礎となる手法とそれぞれに対する筆者らの実証状況について全体を鳥瞰する。

次いでこれらを統合・発展させた新しい手法を提案する。最後にこの方式の実証を目指す新しい計画について報告する。本研究の背景に、従来実現の難しかったソフトウェア開発の現場データの産学による共有を実現し、データに基づいた工学の展開を図りたいという強い意図がある。

はじめに、Empirical Approach to Software Engineering (EASE)と名づけた学界に軸足を持つ産学連携プロジェクトで開発したプロセスとプロダクトの推移計測のためのEmpirical Project Monitor(EPM)と名づけた計測プラットフォームの考え方と機能、構成について示す¹⁴。次にこれを中心にして他のツールを組み合わせ、「先進ソフトウェア開発プロジェクト(先進プロジェクト)」と名づけた政府発注のマルチベンダプロジェクトに適用したプロジェクト計測の実証実験の成果について示す⁵⁻⁹。次いで、ソフトウェア工学の調査研究に関して新設された産業界に軸足を持つ産学連携組織のソフトウェア・エンジニアリング・センター (SEC)によるベンチマークデータの収集について紹介する¹⁰⁻¹¹。次にこのデータベースに対して協調フィルタリング技術を応用した欠損を含むデータセットの分析法について述べる。具体的にベンチマークデータベースにこの技術を適用した過去プロジェクトのグルーピング作業について紹介する。次に、SECのベンチマークデータベースと、上述の先進プロジェクトのプロジェクト途中までに得たベンチマークデータを組み合わせ、この協調フィルタリング分析手法をプロジェクト予測に活用する試みについて示す¹²⁻¹⁴。

そして、これらの技術と実証実験での成果をもとに動的なプロセスとプロダクトの計測データベースを活用する新しい分析手法について提案する。

最後に筆者らが進めている本提案の実証のための計画を紹介する。

2. 進行中のプロジェクト計測プラットフォームEPM

EPMは構成管理ツール、障害追跡ツール、メーリングリスト管理ツールなどの開発管理ツールを介して、ソースコードと、ソースコードに対する多くの操作、すなわちソフトウェア開発のプロセスとプロダクトの推移に関する基本的な情報を自動収集する。EPMの出力例を図1に示す。

EPMは収集した情報をXMLの標準データ形式に変換したのち、分析に供するためにリレーショナルデータベースに格納する。そのデータからEPMのアナライ

ザ機能が、図1の例では、左上から横軸を時間軸に、チェックイン・チェックアウトの契機とチェックアウトの頻度、複数のモジュールのソースコード行数の推移、試験工程での障害件数の累積、平均滞留時間、残存障害数の推移、そしてメールの件数の推移とチェックイン契機および重要な障害発生契機を重ねたグラフなど基本的な情報を可視的に表示する。この他に信頼度成長曲線と実際の障害件数の推移を重ねたグラフなどもある。

EPMによって開発プロジェクトは、構成管理、障害追跡、メーリングリスト管理のようなソフトウェア開発のための基本的な管理ツールを使用するだけで、特に計測について意識することなく自動的にプロジェクトデータを計測し、その分析結果を可視的に得ることができる。この点が従来の計測法にない優れた特徴であり、またこれらの情報をプロジェクト途中で得て、プロジェクトマネジメントに反映してゆくことができる点が利点である。

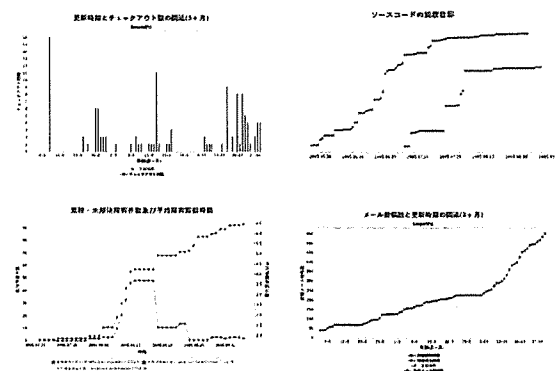


図1 エンピリカル・プロジェクト・モニタの表示例

Fig.1 EPM Display Example

3. 進行中のプロジェクト計測実験

3.1. 実験の概要

プロジェクト計測の実証プロジェクトとして選択した先進プロジェクトは、2005年春に開始された政府予算による中規模プロジェクトで、実験用の「プローブ情報プラットフォーム」を開発する。開発体制として、自動車メーカー、ITベンダなど7社が法律にもとづく研究組合を構成し、ここで実験用のプラットフォームを開発し、実際にプローブ情報システムとしてのリアルタイムの実験を行う。入力、乗用車やバス、トラック、タクシーなどの各種車両をプローブカーとした車両位置情報などで、出力はこれらの情報をクレンジング、融合処理したリアルタイムの国民生活に有意な情報である。開発と実験の

期間は2年間で、この間に2フェーズのシステム開発と実験が行われる。

ソフトウェアの開発は広域マルチベンダ開発で、研究組合を構成する大手ITベンダ6社が分担する。そのうち1社がもっぱらプロジェクトマネージャ(PM)の役割を果たす。また研究組合の1社は大手自動車メーカーユーザの視点からプロジェクトの要求定義や評価の役割を果たす。研究組合を構成する各企業はこの領域でライバルであり、本計画ではお互いに競争領域と協調領域を峻別し、競争領域では情報を秘匿し、協調領域では情報共有を図りながらすすめる。たとえば、詳細設計書、ソースコード、プログラム出来高(ソースコード行数)は各社間で秘匿される。PMだけは各社の出来高を知ることが出来る。このような環境でPMにはある程度のブラインドマネジメントが強いられる。各社単体開発工程は自己申告ベースの予実管理で進められ、社間結合試験工程になって、共通の結合試験環境に各サブシステムが統合されてから、開発された各プログラムの状況を皆で共有することになる。図2に自己申告方式の進捗報告様式例を示す。工程毎に計画時に予定を申告し、週次で実績、累積、消化率を報告する。報告値は設計工程では作成ドキュメントのページ数、製造工程ではソースコード行数である。申告に対するエビデンスの提示は求められない。

ソフトウェアの開発対象はLinuxサーバ上でRDBを使用するC/C++によるアプリケーションと、情報表示用のPC上のソフトウェアである。

計測データは各組合企業の開発現場から各企業単位に収集し研究のためにSECに集めて分析した。データは大略週次に収集し、各社へのフィードバックは2~3週毎に行った。分析結果は社間の情報秘匿に配慮して各企業毎に、そしてPMには全体が俯瞰できる形でフィードバックした。この計測では図3に示すような大略次の5種の計測方式を用いた。

1)EPMによる計測と分析

EPMによって開発プロセスとプロダクトに関する情報を取得し、そのアナライザ機能を用いてその推移に関する分析結果を得た。

2)レビュー記録の収集と分析

レビュー記録を、問題記述票と呼ぶ約30項目からなる電子フォームを用いて、基本設計と詳細設計に対して収集、分析した。主な項目として、レビューで指摘事項のあったドキュメントの位置(ドキュメント種別、ページ、行など)、問題点、修正内容または検討結果、エラーの現象、原因や混入工程、修正工数、それにレビュー人

数や工数の情報を記録・収集した。

3)コードクローン分析ツールによる分析

コードクローンはソースコード中の類似するコード片のことで、その分布状況、含有率などからプロダクトの性質を推し量ることができる。今回はソースプログラムの提供を受け、CCFinderとよぶツール¹⁵を用いて、ソースコードからコードクローンの含有状況、含有率を分析した。クローン含有状況は、各種のクローン関係メトリクスと合わせてスキャターチャートと呼ぶダイアグラムによって、全体を鳥瞰できるビジュアルな形で表示される。プロジェクトの途中で2回計測した。

4)チェックリストを用いたPM、リーダ向けインタビューによるコンテキスト情報の収集

プロジェクトの管理体制などコンテキスト情報を収集するため、研究組合の各企業を訪問し、企業内のPMや開発リーダにSECの作成した約80項目のチェックリストによる約2時間のインタビュー調査を実施した。このインタビューに先立ち30項目のチェックリストによる自己診断も行い、インタビュー結果と比較した。このチェックリストはPMBOKの知識領域を参考にSECで作成した¹⁶。この調査を通して、EPMのような自動収集ツールでは収集できない多くのコンテキスト情報を得た。

5)プロジェクト会議への継続参加によるコンテキスト情報の収集と分析への反映

さらに各種のコンテキスト情報を得るために、計測グループのメンバの一部がプロジェクトを通してプロジェクト会議に参加し、自動収集では得られない情報を取得した。これらの活動で得られた情報をすべてのデータ分析に反映した。

図2 自己申告方式進捗報告様式例
Fig.2 Self Declaration Type Progress Reporting Format Example

これらの計測手段は、可能な道具立てを組み合わせたものではあるが、ソフトウェア開発のプロセスとプロダ

クトの状態推移を多くの視点で効率的にモニタできるよう工夫している。自動収集できない情報についても収集努力をしている。製造工程以降に重点を置いているが、設計工程に対してもレビュー記録という形で対象範囲を広げている。

3.2. プロジェクト計測の有効性

開発グループからの自己申告レベルの報告に依存する開発体制において、今回試みたプロジェクト計測はブラックボックスの多いフィールドの基礎情報を得ることができ、具体的なマネジメントに反映できた。

たとえば、開発担当各社の以下のような状況を、データに基づいて認識することができた。

1)ソースコード行数の推移、障害件数の推移から、プロジェクトの進捗、開発量。

これらのデータの推移を追うことで、各社の開発の進捗状況、規模感を手にとるように俯瞰することができた。

2)コードクローン含有率、分布から、流用ソフトウェアの状況。

出来てきたソースコードのコードクローンを分析することで、ソースコードの素性、開発グループの特性を推し量ることができた。スクラッチで開発されたコード、大規模な流用部分を持つコード、経験の浅い要員によるコード、コード全体の保守性に関する懸念事項、リファクタリングの状況など、クローン含有という視点からコードの素性を知ることができた。

ソースコードの秘匿されたPMと各開発企業がコードクローンの分析データを共有して議論することは非常に有用だった。クローン分析はPMのマネジメントに役立つだけでなく、開発企業にとって、PMがクローン分析を参照しているということで、肯定的な効果があった。たとえば、ある社は、計測されたクローンに対して、将来の機能の進化を考えてあえてクローンにしてある、という設計思想を自信をもって主張することができた。

また別の例では、1本化可能な類似の機能が2つあったが、片方の機能の社間での仕様調整が遅れ、これが決定したときにはもう一つの機能の製造と試験が終了していた。そこで作業効率上コピーを作って遅れていた機能を実現した、というように、プロジェクト全体のマネジメント上の状況を説明できた。このように、コードクローン分析を介したコミュニケーションは、開発企業にとって設計書に示された機能の充足以上の作業品質に対する動機付けを生み、高いモラルをもたらすことが期待できる。

3)CVSレポジトリの分析から、試行錯誤型開発などソースコードへのアクションの状況。

ファイル更新状況を様々な角度から分析することで、開発の推移を推し量ることが出来た。順調なウォーターフォール型の作業による開発、カットアンドトライのある開発、ファイル更新の安定度、後ろ工程での設計変更や障害発覚などのインパクト、など手にとるように見ることが出来た。

4)障害分析により、障害の要因や計測した各種の要因と障害の関係を分析できた。特に、障害の混入工程など工程品質に関する分析は、開発工程全体の評価に役立った。

5)レビュー記録の分析から、レビューに取り組む各社の姿勢の粗密。

ウォーターフォール型工程を組みレビューを重視している企業と、後ろ工程の試験を重視している企業の差が見えた。レビューに関し異なる文化を持つ企業によるパーツが社間結合試験で出会うときのコンフリクトへの備えをすることができた。

6)チェックリストにもとづいた各企業のリーダーへのインタビューにより、一般には秘匿されている各企業内の開発体制に関する情報を得ることができた。これらの情報はプロジェクトのコンテキスト情報として、ツールで自動計測される情報の分析に反映させることができた。

これらの情報をPMに与えることで、PMは各企業の進捗状況などプロジェクト運営の基礎的な認識を得ることができた。

1)たとえば、ある社は、順調な進捗に見え、クローン含有率が低く、スクラッチ開発の割合が多く、CVSのレポジトリ分析から、ロジック部分の試行錯誤開発が行われた、と推定された。

2)また別の社は、クローン分析とコード量の推移から大きな流用部分をもち、ここの改造の良否が開発を左右すること、全体規模の膨張から将来のメンテナンスに課題が残ることが推定された。

3)また別の社は、レビューよりも走行試験を重視していると推定された。

プロジェクト終了後に全体のPMを含む開発担当各社内でのリーダー級の人々26名に対して計測結果のフィードバックに関するアンケートを実施した。回答の中でフィードバックの有用性に関する部分を表1に示す。もとより本プロジェクトは従来方式のマネジメントだけで推進可能なように計画されていて、今回の実験の計測とフィードバックは開発担当にとっては冗長な作業という側面もあったが、そのような条件下でも、各リーダーからは

プロジェクト運営上有用だったとの回答を得ることができた。

4. 終了後のプロジェクトのベンチマークデータの収集

4.1. ベンチマークデータ収集とナショナルデータベースの構築

SECは産業界からプロジェクトベンチマークデータの収集とデータベース構築を開始し、2005年にソフトウェア企業15社から1,009プロジェクトのベンチマークデータを収集、初期の分析結果をデータ白書として出版した。

収集データ項目は、収集対象の企業がそれまでに社内では蓄積していた項目、International Software Benchmark Standard Group(ISBSG)¹⁷での項目などをもとに、SECの活動の中で調整・設定した。これらは10分類、約490項目のデータから構成されている。データは専用の入力フォームによって収集した。

収集したデータの分析から、規模、工期、工数、生産性、信頼性などの要素別のプロファイルや、いくつかの基本的なデータ項目間の相関が明らかになった。

4.2. ベンチマークデータベースの協調フィルタリング

収集したベンチマークデータには、この種の収集データの特徴として多くの欠損データを含み、また多彩なプロジェクトのものが含まれ、その分析には欠損データへの工夫と、層別分類などのカテゴリ化が必要である。そこで、人手による分類のほかに、欠損の有るデータセットから類似度の高いデータをグルーピングする手法である協調フィルタリングを用いた。協調フィルタリングの特徴は、データセット中の欠損値に対して特別な操作を行わずに、また特別な変数選択をおこなわずに、そのまま分析の入力とする点である。

この手法によるグルーピングの可能性を計る為に、プロジェクトデータの中から1つを取り出し、そのデータに対してたとえば最終的な工数など一部の値を隠したまま全体のデータセットから類似度の高いデータセットグループを取り出し、そのグループの隠した値に対応する値、たとえば総工数と隠した値を比較する試みを行った。すなわち、過去の類似プロジェクトのデータに基づいた類推見積りである。大杉らの研究では、一つのケーススタディではあるが、この手法の見積り予測手法としての可能性を示している¹⁴。

今回の先進プロジェクトでは、ベンチマークデータに関して基本設計終了時に開発グループごとに全体の

プロジェクト計画値と基本設計終了時までの実績値を集め、プロジェクト終了時に残りの実績値を収集した。基本設計終了時のデータを用いて、過去のプロジェクトデータベースから協調フィルタリングにより類似プロジェクトグループを抽出し、そこからプロジェクト予測を試みた。

一例として、協調フィルタリングツールでプロジェクトの類似度を計算し、類似度を1.0-0.0までの10段階に区切って積算し、類似度分布グラフを作成してみた。図4の一部にそのイメージを示す。SECの1,009件のベンチマークデータに対して、先進プロジェクトの5社のサブシステムの基本設計終了時まで得たベンチマークデータでフィルタリングしたところ、類似度0.9から1.0に含まれるプロジェクトとして、各社70個程度のプロジェクトがグルーピングされた。このことは、SECのベンチマークデータのように収集された多量のデータセットに対して、類似プロジェクトのグルーピング手段として協調フィルタリング技術が有効なことを示している。さらにこの技術が進行中の新規プロジェクトから得られる部分的なベンチマークデータをキーとして過去データから類似プロジェクト群を抽出し、プロジェクト予測に役立つことが出来ることを示している。

5. プロセスとプロダクトの計測データベースを活用する新しい手法の提案

3. で述べた進行中のプロジェクトのプロセスとプロダクトの計測データを、プロジェクト終了後システムに蓄積すれば、有益な過去データベースになる。しかしながらこのデータはベンチマークデータと異なり、その活用は蓄積しただけでは容易でない。

進行中のプロジェクトの計測データは、一般に時間軸を横軸とする様々な指標の推移を見るものが多く、その指標は絶対的な数値よりも、マクロなトレンドに意味を持つものが多い。多くはグラフなど人間の視覚に訴える物理的なパターンがプロジェクト運営に関する判断材料になる。

本論では、このようなプロセス計測データベースの活用法の一つとして、4.2で述べた過去プロジェクトのベンチマークデータベースによる類似プロジェクトのグルーピング手法を用いることを提案する。図4にその概念を、以下に、その手順を示す。()に図4中の番号を示す。

1) まず、各プロジェクトに対し、4.1で述べたようなベンチマークデータと3.1で述べたようなプロセスとプロダクトの計測データを対して収集し(1)(2)、データ

ベースに蓄積する(3)(4)。

2)次に、新規のプロジェクトに対して、プロジェクト途中までに収集可能なベンチマークデータを収集し(6)、これをキーとして協調フィルタリングによりベンチマークデータベースから類似プロジェクトをグルーピングして抽出する(7)。

3)次に、この類似プロジェクト群をキーにして(8)、プロセスとプロダクトの計測データベースからそれぞれに対応するプロセスとプロダクトの計測データを参照し、プロジェクト予測に反映する(9)。これらと、ベンチマークデータからの予測(8)、進行中プロジェクトの計測データ(5)を、進行中のプロジェクト運営に反映する。

ここでの課題は、フィルタリングで得た類似プロジェクト群のプロセスとプロダクトの計測データの活用法である。たとえば、先に述べた例のように1,009件の過去データベースから70件の類似度の高いプロジェクトを得たとすると、計測プラットフォームEPMによるプロセス遷移のデータやクローン分析ツールCCFinderによるチャートが70組得られることになる。ベンチマークデータの場合は70組のデータを得ても、その統計処理、もっとも単純な例では重み付けの平均をとることなどで、予測の目安を得ることが出来る。しかしながら、EPMによるプロセスの遷移や、コードクローンのスキッターチャートの統計的な活用は容易でない。むしろ単純な観察的手法のほうが実用的である。進行中のプロジェクト計測では3.2で1つのケースを紹介したようにプロジェクト状態の遷移を把握できる。そこで同じ指標の遷移について、過去の類似プロジェクトの遷移と比較できれば、プロジェクト運営に多くの示唆が得られると期待できる。

ここで提案した方式はソフトウェア工学に沿った開発手法として、計測と計測データの蓄積を訴えるなかで、計測行為の負荷を自動収集機構によって極小に抑え、蓄積データを最大限に活用しながらその効用を、進行中のプロジェクトの評価・予測に直接反映させることを狙っている点に大きな特徴がある。

6. 実証環境実現のための計画

前節で提案したプロジェクト計測とフィードバックの仕組みは、これまでの研究と施策を集積したものでその実現性は高いと考えられるが課題もある。すなわちその実現にはプロジェクト計測データベースの構築が鍵となる。すでにベンチマークデータについてはSECの活動のなかで、ナショナルデータベースの運用体制が出来、2006年には19社から1,400プロジェクトのデータを収集し2回目の白書が出版されている¹⁸。

一方、プロセスとプロダクトデータの計測については、計測プラットフォームの普及が必要となる。そこで2006年になって、筆者らは上記の提案の実証環境実現を目的に次の2年計画を開始した。

- 1) 1年目:計測プラットフォーム(EPM ツール群)のデストリビューションキットの実現
- 2) 2年目:10個のパイロットプロジェクトによる計測とデータベース構築の実証実験の実施
- 3) 計測データベース活用サービス事業の検討

筆者らは、この計画から得られるツールの普及を図り、また実証実験の成果を広く共有することで、図4に示した計測と計測データベースの構築、その活用環境の実現を将来像に描いている。

7. まとめ

ソフトウェア・プロジェクトの計測には、プロジェクト終了後のベンチマークデータの収集と、進行中のプロジェクトのプロセスとプロダクトのデータ計測がある。

本論では、これまでの筆者らの試みを鳥瞰し、実証されつつある手法を積み重ねて、新規プロジェクトのプロジェクト途中までのベンチマークデータをキーとして、協調フィルタリング技術を用いて、プロセスとプロダクト計測データベースを活用する方式を提案した。そして、提案の方式を実現するために開始した新しい計画を紹介した。この計画はソフトウェア・プロジェクトに関する国家あるいは国際レベルのデータベース構築とその幅広い活用環境の実現と、その有効性の実証を目指している。

表1 プロジェクト終了後のグループリーダーへの計測の有効性に関するアンケート結果(一部)

Table 1 Questionnaire Answers from Project Group Leader about Measurement (part)

N=26(人)

	規模 推移	障害進捗	障害工程 分析	障害原因 分析	コード クローン分析	レビュー分析 (設計評価)
有用/少しは有用	20	21	16	17	18	11
あまり/全く有用でない	2	1	2	1	0	4

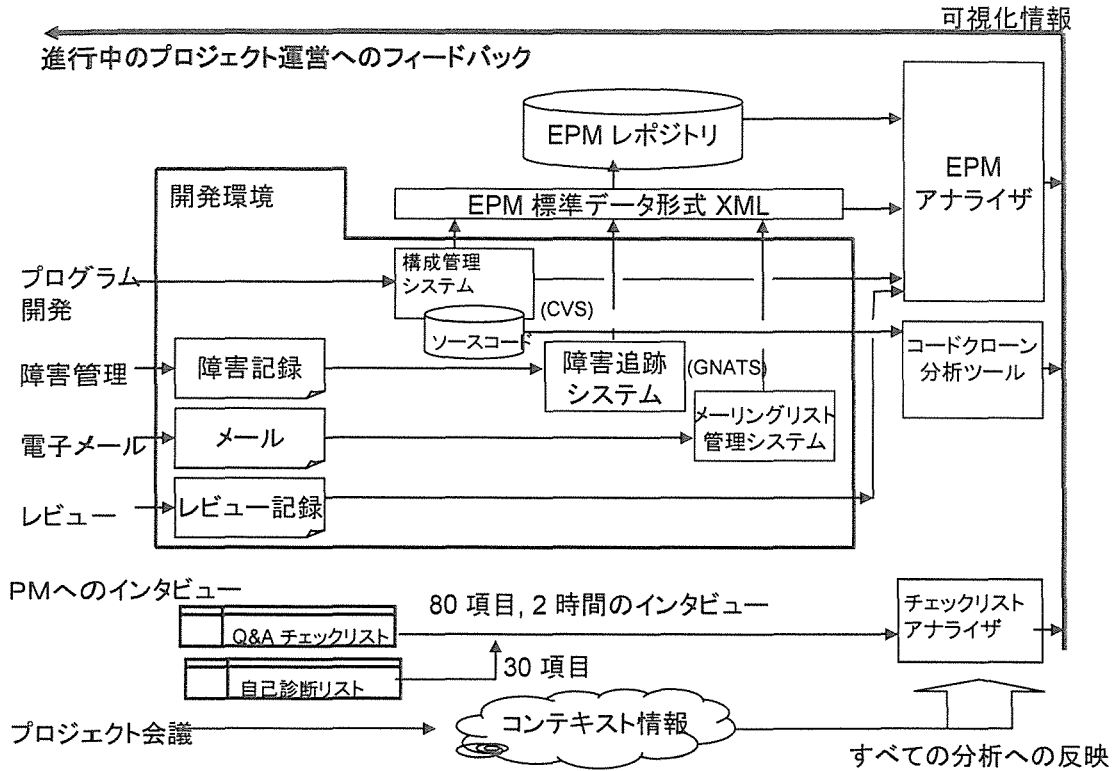


図3 実プロジェクト (SEC 先進プロジェクト) での計測とフィードバックの構成

Fig.3 Project Measurement and Feedback Structure in a Practical Project

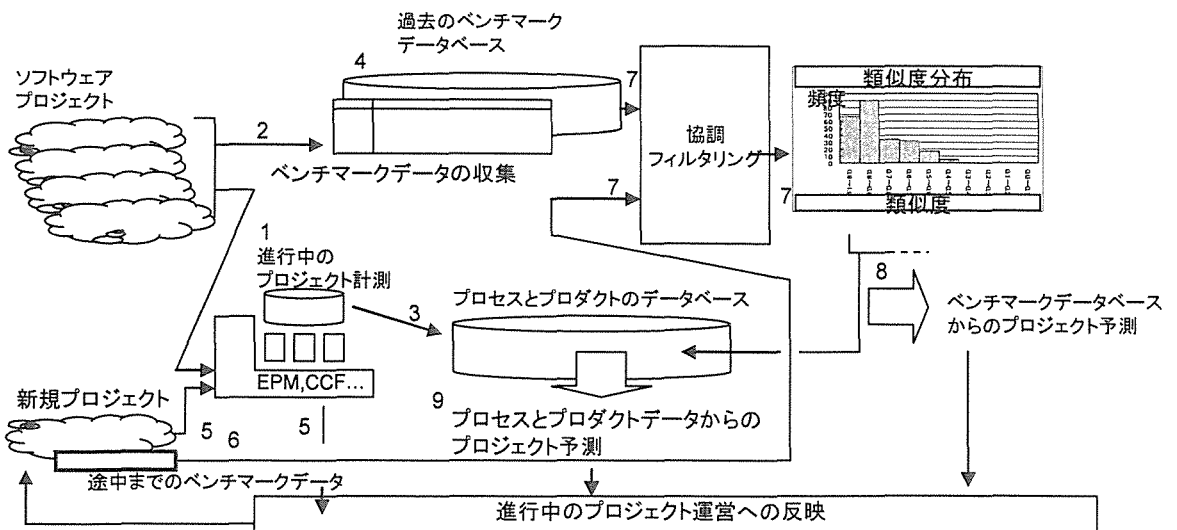


図4 2種のプロジェクトデータベースを用いた協調フィルタリングによるプロジェクト予測法

Fig.4 Project Prediction by Collaborative Filtering with Two Kinds of Project Database

謝辞 EASE プロジェクトを支援して頂いている文部科学省、協力各社に深謝します。本研究の一部は文部科学省「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」の受託業務として、奈良先端科学技術大学院大学と大阪大学が行っています。IPA/SEC の計画をご支援頂いている関係各位、経済産業省に深謝します。本研究の一部は IPA/SEC とソフトウェアエンジニアリング技術研究組合の活動として実施されました。

参考文献

- 1) 井上克郎, 松本健一, 鶴保証城, 鳥居宏次: 実証的ソフトウェア工学環境への取り組み, 情報処理, Vol.45, No. 7, pp.722-728 (2004)
- 2) 神谷芳樹, マイク・バーカー, 松本健一, 鳥居宏次, 井上克郎, 鶴保証城: 現場データを産学で共有するソフトウェア工学研究のための枠組み, 産学連携学, 第2巻, 第2号, 産学連携学会, 2006-3, pp.26-37(2006)
- 3) Yoshiki Mitani, Mike Barker, Koji Torii, Seishiro Tsuruho: An Experimental Framework for Japanese Academic-Industry Collaboration in Empirical Software Engineering Research, *International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE) 2004, Vol.2*, Redondo Beach, USA, Aug. pp.35-36(2004)
- 4) Masao Ohira, Reishi Yokomori, Makoto Sakai, Ken-ichi Matsumoto, Katsuro Inoue, Michael Barker, Koji Torii: Empirical Project Monitor: A System for Managing Software Development Projects in Real Time, *International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE) 2004, Vol.2*, Redondo Beach, USA, Aug. pp.37-38(2004)
- 5) Yoshiki Mitani, Nahomi Kikuchi, Tomoko Matsumura, Satoshi Iwamura, Mike Barker, Ken-ichi Matsumoto: An empirical trial of multi-dimensional in-process measurement and feedback on a governmental multi-vendor software project. *International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE) 2005, Vol.2*, Noosa Heads, Australia, Nov. pp.5-8 (2005)
- 6) Yoshiki Mitani, Nahomi Kikuchi, Tomoko Matsumura, Satoshi Iwamura, Yoshiki Higo, Katsuro Inoue, Mike Barker, Ken-ichi Matsumoto: Effect of Software Industry Structure on a Research Framework for Empirical Software Engineering: *28th International Conference on Software Engineering(ICSE2006), Far East Experience Track, Poster Session*; Shanghai, pp.616-619 (2006)
- 7) IPA/SEC: IT プロジェクトの「見える化」下流工程編, 3.4.4 プロジェクト・モニタリング・ツール EPM による測定例, pp.51-57, 日経 BP 社(2006-6)
- 8) IPA/SEC: 柔の力, 剛の技, 第3部ソフトウェア開発プロセスの「見える化」, pp.160-176, アスキー (2006-5)
- 9) 文献 7: 第6章, 「見える化」に関する研究の解説, pp.90-107(2006-6)
- 10) IPA/SEC: ソフトウェア開発データ白書 2005, p.137, 日経 BP 社(2005-5)
- 11) Nahomi Kikuchi: Experience from Analysis of 1000 Collected Project Data, *International Workshop on Future Software Technology (IWFST) 2005*, Shanghai, China, Nov. (2005)
- 12) Naoki Ohsugi, Akito.Monden, Shuji.Morisaki: Collaborative Filtering Approach for Software Function Discovery: *International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE) 2002, vol.2*, Nara, Japan, pp.45-46 (2002)
- 13) Naoki.Ohsugi, Masateru.Tsunoda, Akito.Monden, and Ken-ichi.Matsumoto: Effort Estimation Based on Collaborative Filtering, *5th Intl. Conf. on Product Focused Software. Process Improvement (PROFES) 2004*, pp.274-286(2004)
- 14) 大杉直樹, 角田雅照, 門田暁人, 松村知子, 松本健一, 菊地奈穂美: 企業横断的収集データに基づくソフトウェア開発プロジェクトの工数見積り, SEC journal No.5 2006-2, pp.16-25 (2006)
- 15) Toshihiro Kamiya., Shinji Kusumoto, Katsuro Inoue: CCFinder: A Multi-Linguistic Token-based Code Clone Detection System for Large Scale Source Code. *IEEE TSE 28*, pp.654-670 (2002)
- 16) 文献 7, 付録 2, チェックシート, pp.116-141 (2006-6)
- 17) ISBSG, "The Benchmark Release 6." <http://www.isbsg.org.au>
- 18) IPA/SEC: ソフトウェア開発データ白書 2006, p.213, 日経 BP 社(2006-6)