

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN PHƯƠNG PHÁP XSM TRONG DỰ ĐOÁN CHI PHÍ HOÀN THÀNH DỰ ÁN PHẦN MỀM

ADVANCED STUDY OF THE XSM METHOD IN MEASURING SOFTWARE PROJECT COMPLETION

Lê Thế Anh^{1,2*}, Huỳnh Quyết Thắng¹, Nguyễn Thanh Hùng¹

¹Trường Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Đại học Bách khoa Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Kỹ thuật - Hậu cần Công an Nhân dân, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: anhlt.ict@gmail.com

(Nhận bài / Received: 25/01/2024; Sửa bài / Revised: 20/3/2024; Chấp nhận đăng / Accepted: 23/3/2024)

Tóm tắt - Trong quá trình phát triển dự án, việc đưa ra một dự báo chi phí và thời gian cần thiết chính xác cho từng giai đoạn, kế hoạch của dự án giúp nhà quản lý kiểm soát được những rủi ro, và có những cảnh báo sớm cho những vấn đề thực thi dự án. Kỹ thuật quản lý giá trị thu được (EVM) là một kỹ thuật quản lý dự án để đo lường sự tiến triển của dự án một cách khách quan. Phương pháp liên tiến lũy thừa (XSM) là phương pháp dự đoán dựa trên dữ liệu gần nhất cộng với phần trăm chênh lệch giữa số dự đoán và số thực tế ở thời điểm dự đoán. Ở bài báo này, nhóm tác giả đề xuất một cách tiếp cận tĩnh mới cho quá trình dự báo, với mong muốn đưa ra một dự báo ứng dụng thực tế, hiệu quả và có độ chính xác cao. Nhóm tác giả đã thực nghiệm trên 10 bộ dữ liệu thực tế và về tổng quan kết quả thu được có độ dự báo tốt hơn các cách tiếp cận trước đó.

Từ khóa - Quản lý giá trị thu được (EVM); phương pháp liên tiến lũy thừa (XSM); quản lý dự án

1. Giới thiệu

Trên thế giới, hiện có khoảng nửa triệu người làm công việc quản trị dự án, thực hiện khoảng một triệu dự án phần mềm mỗi năm, sản xuất phần mềm trị giá trên 1500 tỷ USD. Nhiều dự án trong số này có chất lượng không như kỳ vọng của khách hàng hoặc không cung cấp các phần mềm trong phạm vi ngân sách và thời gian hoàn thành. Khoảng một phần ba các dự án có chi phí và thời gian hoàn thành vượt hơn 125% so với kế hoạch [1].

Để thoát khỏi tình trạng này người quản trị dự án phải biết cách quản lý dự án cho thật hiệu quả, mà một trong những giải pháp là việc áp dụng các công cụ để dự đoán Chi phí hoàn thành dự án (Cost Estimate At Completion – CEAC) và Thời gian hoàn thành dự án (Time Estimate At Completion – TEAC) tại bất kỳ thời điểm nào của quá trình thực hiện dự án.

Kỹ thuật Quản trị giá trị thu được (EVM) [2] là một trong những kỹ thuật hiệu quả để giúp kiểm soát thời gian và chi phí của một dự án. Kỹ thuật này dựa trên một tập hợp các phép đo để đo lường và đánh giá tình trạng tổng thể của một dự án nhằm đưa ra cảnh báo sớm cho người quản trị dự án về các vấn đề của dự án. Tuy nhiên, kỹ thuật này có một số hạn chế như: chỉ dựa trên các chi phí trong quá khứ, dự đoán thiếu tính tin cậy trong giai đoạn sớm của

Abstract - During project development, giving an accurate forecast of the necessary time and cost for each stage, project planning helps managers control risks, and early warnings for project execution issues. Earned value management (EVM) is a project management technique for measuring project progress objectively. The eXponential Smooth Method (XSM) is a prediction method based on the most recent data plus the percentage difference between the predicted number and the actual number at the time of prediction. In this paper, the authors propose a new static approach to the forecasting process, with the desire to give a forecast of practical, efficient, and highly accurate application. The authors have experimented on 10 sets of actual data and the results obtained are more predictable than the previous approaches.

Key words - Earned Value Management (EVM); eXponential Smooth Method (XSM); project management

dự án và không tính đến các thông kê dự báo [3]. Ba điểm hạn chế này là lý do chính dẫn đến việc sử dụng các kỹ thuật mới. Một trong các kỹ thuật đó chính là việc sử dụng các phân tích hồi quy tuyến tính hoặc phi tuyến để phát triển các mô hình hồi quy, hay còn được gọi là các mô hình tăng trưởng (GM-Growth Models) [3].

Đã có một số nghiên cứu sử dụng kỹ thuật EVM như là một công cụ để điều khiển dự án, phỏng đoán suy luận thống kê Bayes để ước lượng đáng tin cậy hơn, đề xuất mô hình hồi quy mới để cải thiện CEAC cho các dự án đang triển khai, đánh giá độ chính xác của các phương pháp dự báo CEAC khác nhau hoặc sử dụng các mô hình tăng trưởng trong việc dự đoán giá trị CEAC. Theo [3] phương pháp kết hợp kỹ thuật quản trị giá trị thu được và mô hình tăng trưởng Gompertz trong dự đoán chi phí và thời gian hoàn thành dự án cho kết quả tốt.

Phương pháp liên tiến lũy thừa (XSM) là phương pháp dự đoán dựa trên dữ liệu gần nhất cộng với phần trăm chênh lệch giữa số dự đoán và số thực tế ở thời điểm dự đoán. Trong tài liệu [4], [11] đề xuất hai cách tiếp cận dự báo (XSM) theo hướng tĩnh (static) và hướng động (dynamic) dựa trên EVM và tích hợp thêm công nghệ làm trơn theo hàm số mũ và dự báo lớp tham chiếu. Ở cách tiếp cận hướng tĩnh, chi phí và thời gian thực hiện dự án được

¹ School of Information and Communication Technology, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam (The-Anh Le, Quyet-Thang Huynh, Thanh-Hung Nguyen)

² People's Police University of Technology and Logistics, Vietnam (The-Anh Le)

xác định ngay ở đầu dự án bằng cách dựa vào các dự đoán đã được khảo sát cho dự án liên quan. Tuy nhiên, cách tiếp cận này là “tĩnh”, không bắt kịp được những thay đổi bất ngờ và tính chất khác biệt riêng của mỗi dự án. Ở cách tiếp cận theo hướng động, chi phí mỗi giai đoạn của dự án sẽ không được xác định “tĩnh” ngay từ đầu mà sẽ thay đổi theo tiến trình thực hiện dự án, tuy nhiên cách tiếp cận này vẫn cần phải biết chi phí thực tế ở thời điểm cuối của dự án là bao nhiêu - giá trị mà không thể nào biết trước được trong thực tế.

Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất một cách tiếp cận dự báo theo hướng tĩnh dựa trên EVM tích hợp thêm công nghệ làm trơn theo hệ số β và dự báo lớp tham chiếu (Reference class forecasting - RCF).

2. Tổng quan phương pháp XSM

2.1. Cơ sở lý thuyết

XSM là một phương pháp dựa trên lý thuyết dự báo của phương pháp EVM. Phương pháp EVM [2] dự báo chi phí ở thời điểm kết thúc dự án từ giai đoạn t theo công thức:

$$CEAC = AC + \frac{BAC-EV}{PF} \quad (1)$$

Trong đó:

CEAC (Cost Estimate at Completion): Là dự đoán chi phí khi hoàn thành dự án.

AC (Actual Cost): Chi phí thực tế tại thời điểm dự đoán.

BAC (Budget at Completion): Ngân quỹ hoàn thành dự án.

EV (Earned Value): Giá trị thu được tại thời điểm dự đoán.

PF (Performance Factor): Là hệ số hiệu suất của dự án. $PF=1$ nghĩa là tiên đoán phần còn lại của dự án sẽ được thực hiện giống dự tính ban đầu; $PF = SPI$ nghĩa là tiên đoán phần còn lại của dự án sẽ được thực hiện với hiệu suất tương đương hiệu suất phần đã thực hiện.

$$TEAC = AT + \frac{PD-ES}{PF} \quad (2)$$

Trong đó:

TEAC (Time Estimate at Completion): Là giá trị chi phí thời gian dự đoán ở thời điểm kết thúc từ thời điểm t .

AT (Actual Time): Chi phí thời gian thực tế đến thời điểm hiện tại (t).

PD (Planned Duration): Khoảng thời gian thực hiện dự án theo kế hoạch.

ES (Earned Schedule): Thời gian theo kế hoạch.

PF (Performance Factor): Là hệ số hiệu suất của dự án.

Trong cách tiếp cận EVM, giá trị của PF có thể là 1 hoặc chỉ số SPI (chỉ số tiến độ về thời gian thực hiện dự án). Trong nghiên cứu của Guerrero và cộng sự [5] chỉ ra rằng, PF bằng 1 rõ ràng cho hiệu suất dự đoán về mặt thời gian cao nhất. Tuy nhiên, phương pháp này không thực tế bởi nó không xét đến hiệu suất ở giai đoạn hiện tại. Mặt khác, phương pháp sử dụng $PF = SPI$ tính đến những thành tựu trong quá khứ do SPI phản ánh hiệu suất lịch trình tích lũy, trong đó giả định rằng hiệu suất của mỗi giai đoạn theo dõi trong quá khứ có một ảnh hưởng tương đương đến những kỳ vọng trong tương lai. Tuy nhiên, điều này không

thể giải thích chính xác cho hai trường hợp sau, khi mà ảnh hưởng mỗi giai đoạn là khác nhau:

- Hiệu suất làm việc trong suốt quá trình thực hiện dự án tăng lên một cách tự nhiên do kinh nghiệm làm việc tăng. Ảnh hưởng của giai đoạn sau lớn hơn giai đoạn trước.

- Ảnh hưởng của các hành động quản lý được sửa sai gần đây ảnh hưởng đến hiệu suất tương lai một cách rõ rệt.

Để khắc phục điều này Jordy và cộng sự [4] đề xuất ra phương pháp XSM dựa trên công thức (1), với PF là “động” theo mỗi giai đoạn, phản ánh được những kinh nghiệm dẫn xuất từ quá khứ, và phản ánh mức độ khác nhau cho mỗi giai đoạn.

Theo [4] ta có công thức tính hệ hiệu suất dự án về mặt chi phí như sau:

$$PF = \frac{T_{t,EV}}{T_{t,AC}} = \frac{\beta(EV_t - EV_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1,EV}}{\beta(AC_t - AC_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1,AC}} \quad (3)$$

Trong đó:

$T_{t,EV}$: Là xu hướng tăng giá trị thu được ở giai đoạn t .

$T_{t,AC}$: Là xu hướng tăng chi phí thực tế ở giai đoạn t .

EV t : Giá trị thu được tại giai đoạn t .

Công thức tính hệ số hiệu suất dự án về mặt thời gian như sau:

$$PF = \frac{T_{t,ES}}{T_{t,AT}} = \frac{\beta(ES_t - ES_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1,ES}}{\beta(AT_t - AT_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1,AT}} \quad (4)$$

Trong đó:

$T_{t,ES}$: Là xu hướng tăng giá trị thời gian theo kế hoạch ở giai đoạn t .

$T_{t,AT}$: Là xu hướng tăng giá trị thời gian thực tế ở giai đoạn t .

ES t : Thời gian theo kế hoạch tại giai đoạn t .

Ý nghĩa tham số β :

Nếu $\beta=1$: Xu hướng ở thời điểm hiện tại t chi phụ thuộc vào độ tăng giá trị ở thời điểm liền trước đó mà không phụ thuộc vào xu hướng tại thời điểm $t-1$.

Nếu $\beta=0$: Xu hướng ở thời điểm t giống thời điểm $t-1$.

Để xác định giá trị β phù hợp với dự án, Jordy đề xuất hai cách tiếp cận là hướng tĩnh và hướng động.

2.2. Hướng tiếp cận tĩnh

Với hướng tiếp cận hướng tĩnh, hệ số β được xác định trước khi bắt đầu dự án và giữ nó không đổi trong suốt dự án. Ba cách xác định đề xuất bởi Jordy [4] như sau:

- Chọn ra giá trị β mà dự đoán chính xác nhất cho dự án hiện tại.

- Chọn ra giá trị β (β_{opt}, oa) trên tất cả các dự án trước đó trong cơ sở dữ liệu.

- Xem xét giá trị β (β_{opt}, rc) của các dự án liên quan có đặc điểm tương tự.

Trong đó, phương pháp đầu tiên không thực tế bởi dự án chưa bắt đầu, ta không thể biết được tất cả các giá trị thực tế của dự án trong mỗi giai đoạn để tìm ra giá trị β tối ưu. Hai cách tiếp cận còn lại, do các dự án là khác nhau và có các tính chất riêng biệt, mỗi dự án trong một điều kiện khác nhau có chi phí khác nhau, do đó, giá trị β thu được đảm bảo sẽ ra một dự báo phù hợp nhất.

2.3. Hướng tiếp cận động

Hướng tiếp cận động - giá trị β của mỗi giai đoạn là khác nhau, và được xác định trong quá trình thực hiện dự án. Jordy [4] đề xuất được thực hiện theo hai cách:

- Định tính: Do kinh nghiệm của nhà quản lý sẽ chọn giá trị β phù hợp cho mỗi giai đoạn.

- Định lượng: Giá trị β ở giai đoạn hiện tại bằng cách chọn giá trị β nào mà dự đoán chi phí kết thúc dự án của t-1 giai đoạn trước đó là chính xác nhất.

Đối với cách tiếp cận thứ nhất, việc chọn tham số phụ thuộc rất nhiều vào chuyên gia, người hiểu rõ dự án, công ty và có kinh nghiệm ở các dự án tương tự. Ngược lại, với cách tiếp cận thứ hai, về bản chất ta vẫn cần biết giá trị thực tế ở thời điểm kết thúc dự án là bao nhiêu để biết giá trị β nào sẽ cho dự báo chính xác nhất, do đó điều này cũng không khả thi trong thực tế. Để khắc phục điều này nhóm tác giả đề xuất ra những cải tiến mới ở phần 3.

3. Phương pháp đề xuất

Ý tưởng kết hợp EVM và liên tiến lũy thừa xuất phát từ việc 2 chỉ số AC và EV là dạng dữ liệu được thu thập theo thời gian và các giá trị AC và EV luôn có xu hướng tăng theo các giai đoạn. Như vậy, có thể thấy AC, EV là dãy dữ liệu có xu hướng và không có tính chất mùa. Trong ba loại của phương pháp liên tiến lũy thừa thì phương pháp liên tiến lũy thừa kép được áp dụng cho dãy dữ liệu có xu hướng và không tính chất mùa [11]. Vì thế, có thể kết hợp EVM và phương pháp liên tiến lũy thừa kép để dự đoán chi phí hoàn thành của dự án. Khi sử dụng phương pháp liên tiến lũy thừa kết hợp với EVM ta có giá trị của PF theo công thức (4).

Lúc này bài toán dự đoán chi phí hoàn thành dự án trở về bài toán xác định hằng số liên tiến xu hướng beta (β) sao cho sai số ước lượng trung bình tuyệt đối (Mean Absolute Percent Error - MAPE) là nhỏ nhất. Sai số ước lượng trung bình tuyệt đối MAPE được tính bằng công thức:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{(CAC - CEAC_t)}{CAC} \right| \quad (5)$$

Trong đó:

- $CEAC_t$ (Cost Estimate at Completion): Chi phí hoàn thành được dự đoán tại thời điểm t .

- CAC (Cost at Completion): Chi phí thực tế tại thời điểm hoàn thành dự án.

- n : tổng số kỳ theo dõi trong dự án.

Như vậy, sau khi kết hợp phương pháp liên tiến lũy thừa và EVM ta được giải thuật xác định β sao cho MAPE nhỏ nhất khi chạy trên một bộ dữ liệu để dự đoán EAC. Phương pháp này được đặt tên là XSM (β_{opt}).

Ngoài ra, để khắc phục một trong số điểm yếu của phương pháp dự đoán chi phí hoàn thành dự án dựa trên các chỉ số EVM là không sử dụng được các dữ liệu trong quá khứ của các dự án đã hoàn thành, nhóm tác giả [4] đã đề xuất giải thuật xác định ($\beta_{opt,oa}$). Giải thuật xác định ($\beta_{opt,oa}$) sẽ xác định giá trị β sao cho khi dự đoán CEAC trên toàn bộ dữ liệu cũ (dữ liệu của nhiều dự án khác nhau) sẽ cho tổng MAPE trên các bộ dữ liệu này là nhỏ nhất, giá

trị β tìm được gọi là ($\beta_{opt,oa}$). Sau đó, áp dụng ($\beta_{opt,oa}$) để dự đoán CEAC cho bộ dữ liệu tiến hành dự đoán theo lý thuyết phương pháp XSM. Phương pháp này được đặt tên là XSM-Overall.

Tuy nhiên, trong nghiên cứu [4] hệ số ($\beta_{opt,oa}$) được tính từ tất cả các dự án trong quá khứ mà chưa tính đến tính tương tự của các dự án. Các dự án trong [4] gồm các loại dự án khác nhau về các lĩnh vực: Xây dựng, cầu đường, phần mềm,... Do đó, sử dụng chung hệ số ($\beta_{opt,oa}$) để áp dụng tính CEAC cho các loại dự án khác nhau sẽ cho kết quả

Trong phần này, nhóm tác giả đề xuất phương pháp chia toàn bộ dữ liệu dự án thành các nhóm dự án có tính chất tương tự nhau (cách chia nhóm theo [6] [7]), sau đó tính giá trị β chung cho từng nhóm dự án này, gọi là ($\beta_{opt,rc}$). Giải thuật xác định ($\beta_{opt,rc}$) sẽ xác định giá trị β sao cho khi dự đoán CEAC trên nhóm dữ liệu dự án tương tự nhau sẽ cho tổng MAPE trên các bộ dữ liệu này là nhỏ nhất, giá trị β tìm được gọi là ($\beta_{opt,rc}$). Sau đó, áp dụng ($\beta_{opt,rc}$) để dự đoán CEAC cho bộ dữ liệu tiến hành dự đoán theo lý thuyết phương pháp XSM. Phương pháp này được đặt tên là XSM-RC (Reference Class).

Phương pháp này kỳ vọng sẽ mang lại dự báo chính xác hơn XSM-Overall và XSM bởi vì nó có thể khai thác tốt hơn toàn bộ tiềm năng của XSM bằng cách lựa chọn một giá trị β gần hơn với dự án được xem xét và do đó cho thấy lợi thế hơn so với phương pháp EVM. Tuy nhiên, để có được một tập các dự án tương tự nhau không phải là một nhiệm vụ dễ dàng.

4. Kết quả thực nghiệm

4.1. Dữ liệu

Để tiến hành thực nghiệm, nhóm tác giả sử dụng bộ dữ liệu của 10 dự án phần mềm đã thực hiện, thu thập từ các dự án thực tế tại các công ty phần mềm [8], [9]. Do yêu cầu khắt khe về bảo mật số liệu của các công ty phần mềm đã cung cấp số liệu dự án, nhóm tác giả mã hóa các dự án này là từ dự án A đến dự án J (xem Bảng 1).

Dựa vào Bảng 1 có thể thấy, thời gian thực hiện các dự án dao động từ 9 đến 24 tháng, ngân sách dao động từ 230 triệu đến 1350 triệu.

Bảng 1. Tổng hợp thông tin 10 dự án thực nghiệm

Dự án	Ngân sách (triệu đồng)	Thời gian (tháng)	Chi phí thực tế (triệu đồng)	Thời gian thực tế (tháng)
A	231,28	18	259,69	22
B	480	20	529,35	24
C	287,5	9	324,7	12
D	360,738	9	349,379	13
E	906	10	925	9
F	1350	9	1400	10
G	1230	15	1417	17
H	670,71	18	712,69	20
I	912	20	989,92	21
J	1150	16	1090,25	15

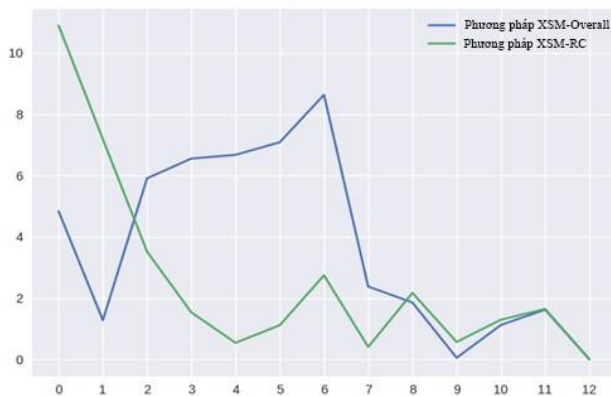
4.2. Thực nghiệm và đánh giá

Trong phần này, nhóm tác giả tiến hành thực nghiệm và đánh giá kết quả của hai phương pháp XSM-Overall và phương pháp XSM-RC cho việc dự đoán chi phí hoàn thành dự án với 10 bộ dữ liệu từ dự án A đến dự án J.

Nhìn vào Bảng 2 ta có thể thấy, MAPE trung bình của phương pháp XSM-RC là 3,89 tốt hơn phương pháp XSM-Overall là 4,59. Nghĩa là tính trên toàn bộ 10 dự án thì XSM-RC cho kết quả tốt hơn XSM-Overall. Còn nhìn vào chi tiết từng dự án ta có thể thấy XSM-RC tốt hơn XSM-Overall ở các dự án A với $MAPE = 2,45 < 3,7$ của XSM-Overall. Tương tự với các dự án D, E, F, G, H, I và J. Kết quả cho thấy, đề xuất của nhóm tốt hơn 7/10 dự án. Nếu mà các dự án càng tương đồng nhau thì dự báo càng chính xác.

Bảng 2. Sai số MAPE dự đoán chi phí hoàn thành dự án của giải thuật XSM-Overall và XSM-RC trên 10 bộ dữ liệu Việt Nam

Bộ dữ liệu	XSM-Overall (%)	XSM-RC (%)
A	3,7	2,45
B	2,28	3,1
C	4,65	5,22
D	2,42	2,13
E	1,65	1,47
F	4,1	3,38
G	12,56	8,23
H	3,45	2,31
I	2,09	2,84
J	9,02	7,76
Overall	4,59	3,89



Hình 1. Sai số MAPE dự đoán chi phí hoàn thành dự án tại mỗi thời điểm theo dõi 01 dự án của phương pháp XSM-RC và XSM-Overall

Hình 1 thể hiện sai số MAPE dự đoán chi phí hoàn thành dự án tại mỗi thời điểm theo dõi t của phương pháp đề xuất XSM-RC và phương pháp XSM-Overall. Hình 1 cho thấy, ở thời điểm dự đoán ban đầu $t = 0$ thì phương pháp XSM-RC có kết quả dự đoán có sai số MAPE = 11 và phương pháp XSM-Overall có sai số là 5,

tuy nhiên về tổng thể, càng thực hiện dự án thì phương pháp XSM-RC càng cho kết quả dự đoán chi phí chính xác (sai số MAPE nhỏ đi), và khi kết thúc dự án thì cả hai phương pháp đều có sai số bằng không.

5. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã đề xuất một cách tiếp cận XSM-RC mới để dự báo chi phí hoàn thành dự án dựa trên cách tiếp cận của phương pháp XSM. Trong cách tiếp cận này, hệ số ($\beta_{opt,rc}$) được xác định dựa trên nhóm dự án tương tự đã diễn ra trong lịch sử, điều này đã khắc phục được hạn chế của việc sử dụng tất cả các dự án để tính ($\beta_{opt,oa}$).

Nhóm tác giả đã tiến hành thực nghiệm với các bộ dữ liệu thực tế, kết quả cho thấy phương pháp đề xuất XSM-RC có kết quả tốt hơn phương pháp XSM-Overall. Điều này chứng minh được tính hiệu quả của phương pháp đề xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. McGrath, and P. Martin, "Project Failure: A Catalyst for Success", *PM World Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 1-5, 2017.
- [2] Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE)", fifth edition, Pennsylvania, Project Management Institute, 2013.
- [3] T. Narbaev, and A. D. Marco, "Combination of Growth Model and Earned Schedule to Forecast Project Cost at Completion", *Journal of Construction engineering and management*, vol. 140, no.1, 2013. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000783](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000783)
- [4] J. Batselier, and M. Vanhoucke. "Improving project forecast accuracy by integrating earned value management with exponential smoothing and reference class forecasting", *International journal of project management*, vol. 35, no.1, pp. 28-43, 2017.
- [5] M. Guerrero, M. Carbonell, and A. Montoyo, "Applying EVM and ES Metrics to Analyze and Forecast Schedule Performance in the Spanish Context of the Building Sector", in *Construction and Building Research*, Springer, Dordrecht, 2014, pp. 49-56. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7790-3_7
- [6] D. Kahneman and A. Tversky, "Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedures", in *Studies in the Management Sciences: Forecasting*, North Holland, Amsterdam, 1979, pp. 313-327.
- [7] D. Lovallo and D. Kahneman, "Delusions of success: how optimism undermines executives' decisions", *Harvard Business Review*, vol. 81, no. 7, pp. 56-63, 2003.
- [8] L. T. Anh, N. T. Hung, H. Q. Thang, and N. V. Can, "Calibrating the future performance factor PF in the EVM-GM method of evaluating software project completion: testing and evaluation", in *National Conference XXI: Some selected issues of Information and Communications Technology*, Thanh Hoa, Vietnam, 2018, pp. 137-143.
- [9] J. Batselier, and M. Vanhoucke, "Construction and evaluation framework for a real-life project database", *International Journal of Project Management*, vol. 33, no. 3, pp. 697-710, 2015.
- [10] M. Akhbari, "Project Time and Cost Forecasting Using Monte Carlo Simulation and Artificial Neural Networks", *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, vol. 29, no. 2, pp. 231 - 239, 2018.
- [11] C. Charles, "Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages", *International Journal of Forecasting*, vol. 20, no. 1, pp. 5-10, 2004.