

Modèle COCOMO

Boehm a proposé COCOMO (Constructive Cost Estimation Model) en 1981. COCOMO est l'un des modèles d'estimation de logiciels les plus utilisés dans le monde. COCOMO prédit les efforts et le calendrier d'un produit logiciel en fonction de la taille du logiciel.

Les étapes nécessaires dans ce modèle sont :

1. Obtenez une première estimation de l'effort de développement à partir de l'évaluation de milliers de lignes de code source livrées (KDLOC).
2. Déterminez un ensemble de 15 facteurs multiplicateurs à partir de divers attributs du projet.
3. Calculez l'estimation de l'effort en multipliant l'estimation initiale avec tous les facteurs multiplicateurs, c'est-à-dire multipliez les valeurs de l'étape 1 et de l'étape 2.

L'estimation initiale (également appelée estimation nominale) est déterminée par une équation de la forme utilisée dans les modèles statiques à variable unique, en utilisant KDLOC comme mesure de la taille. Pour déterminer l'effort initial E_i en mois-personnes, l'équation utilisée est du type indiqué ci-dessous


$$E_i = a * (KDLOC)^b$$

La valeur des constantes a et b dépend du type de projet.

Dans COCOMO, les projets sont classés en trois types :

1. Biologique
2. Jumelé
3. Embarqué

1.Organic : un projet de développement peut être traité de type organique, si le projet consiste à développer un programme d'application bien compris, la taille de l'équipe de développement est raisonnablement petite et les membres de l'équipe sont expérimentés dans le développement de méthodes de projets similaires. . **Des exemples de ce type de projets sont des systèmes commerciaux simples, des systèmes simples de gestion des stocks et des systèmes de traitement de données.**



2. Jumelé : Un projet de développement peut être traité de type jumelé si le développement consiste en un mélange de personnel expérimenté et inexpérimenté. Les membres de l'équipe peuvent avoir une expérience limitée des systèmes connexes, mais peuvent ne pas être familiarisés avec certains aspects de la commande en cours d'élaboration. **Un exemple de système semi-détaché comprend le développement d'un nouveau système d'exploitation (OS), d'un système de gestion de base de données (SGBD) et d'un système de gestion d'inventaire complexe.**

3. Embarqué : Un projet de développement est traité comme étant de type embarqué, si le logiciel en cours de développement est fortement couplé à du matériel

complexe, ou si des réglementations strictes sur le mode opératoire existent. **Par exemple** : ATM, contrôle du trafic aérien.

Pour trois catégories de produits, Boehm fournit un ensemble d'expressions différent pour prédire l'effort (en unité de personne-mois) et le temps de développement à partir de la taille de l'estimation en KLOC (Kilo Line of code) L'estimation des efforts prend en compte la perte de productivité due aux vacances , repos hebdomadaire, pauses café, etc.

Selon Boehm, l'estimation du coût du logiciel doit se faire en trois étapes :

1. Modèle de base
2. Modèle intermédiaire
3. Modèle détaillé

1. Modèle COCOMO de base : Le modèle COCOMO de base fournit une taille précise des paramètres du projet. Les expressions suivantes donnent le modèle d'estimation de base de COCOMO :

$$\text{Effort} = a_1 * (\text{KLOC})^{a_2} \text{ PM}$$

$$\text{Tdev} = b_1 * (\text{efforts})^{b_2} \text{ Mois}$$

KLOC est la taille estimée du produit logiciel indiquée en kilo lignes de code,

a_1, a_2, b_1, b_2 sont des constantes pour chaque groupe de produits logiciels,

Tdev est le temps estimé pour développer le logiciel, exprimé en mois,

L'effort est l'effort total requis pour développer le produit logiciel, exprimé en **mois-personnes (PM)** .

Estimation de l'effort de développement

Pour les trois classes de produits logiciels, les formules d'estimation de l'effort en fonction de la taille du code sont présentées ci-dessous :

Organique : Effort = $2,4(KLOC)^{1,3}$

Intégré : Effort = 3,6(KLOC) 13h20

Estimation du temps de développement

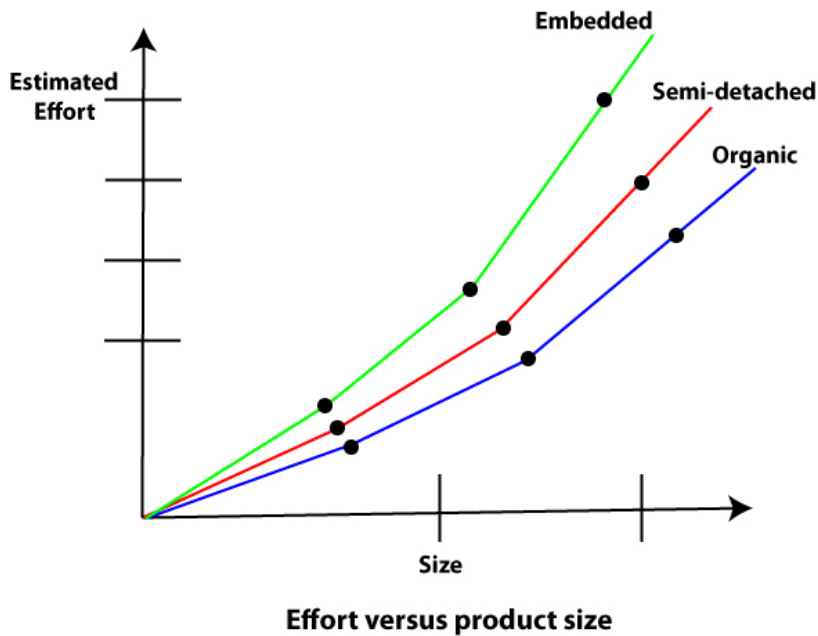
Pour les trois classes de produits logiciels, les formules d'estimation du temps de développement en fonction de l'effort sont données ci-dessous :

Organique : $T_{dev} = 2,5 (\text{Effort})^{0,38}$ Mois

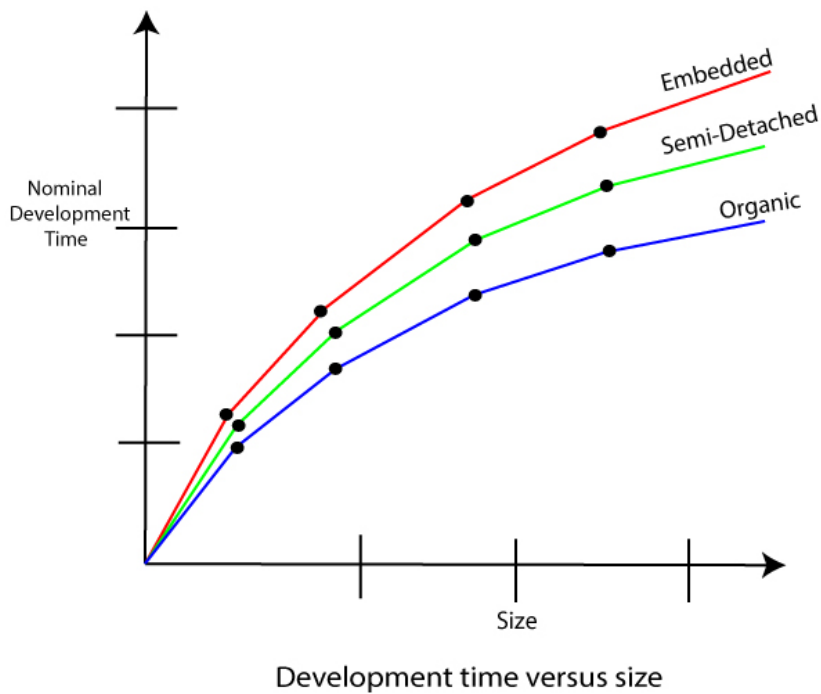
Jumelé : $T_{dev} = 2,5 (\text{Effort})^{0,35}$ Mois

Intégré : $T_{dev} = 2,5 (\text{Effort})^{0,32}$ Mois

Un aperçu du modèle de base COCOMO peut être obtenu en traçant les caractéristiques estimées pour différentes tailles de logiciel. La figure montre un graphique de l'effort estimé en fonction de la taille du produit. D'après la figure, nous pouvons observer que l'effort est quelque peu superflu dans la taille du produit logiciel. Ainsi, l'effort nécessaire pour développer un produit augmente très rapidement avec la taille du projet.



Le temps de développement en fonction de la taille du produit en KLOC est tracé sur la fig. D'après la fig, on peut observer que le temps de développement est une fonction sous-linéaire de la taille du produit, c'est-à-dire que lorsque la taille du produit augmente de deux fois, le temps de développement du produit ne double pas mais augmente modérément. Cela peut s'expliquer par le fait que pour des produits plus importants, un plus grand nombre d'activités pouvant être menées simultanément peuvent être identifiées. Les activités parallèles peuvent être menées simultanément par les ingénieurs. Cela réduit le temps de réalisation du projet. De plus, à partir de la fig, on peut observer que le temps de développement est à peu près le même pour les trois catégories de produits. Par exemple, un programme de 60 KLOC peut être développé en 18 mois environ, qu'il soit de type organique, semi-détaché ou intégré.



À partir de l'estimation de l'effort, le coût du projet peut être obtenu en multipliant l'effort requis par le coût de la main-d'œuvre par mois. Mais, implicite dans ce calcul du coût du projet est l'hypothèse que le coût total du projet est encouru en raison du seul coût de la main-d'œuvre. En plus des coûts de main-d'œuvre, un projet entraînerait des coûts en raison du matériel et des logiciels requis pour le projet et des frais généraux de l'entreprise pour l'administration, les bureaux, et c.

Il est important de noter que les estimations d'effort et de durée obtenues à l'aide du modèle COCOMO sont

durée nominale. Le terme nominal implique que si quelqu'un essaie de terminer le projet dans un délai plus court que la durée estimée, le coût augmentera considérablement. Mais, si quelqu'un termine le projet sur une période de temps plus longue que l'estimation, alors il n'y a presque pas de diminution de la valeur du coût estimé.

Exemple 1 : Supposons qu'un projet soit estimé à 400 KLOC. Calculez l'effort et le temps de développement pour chacun des trois modèles, c'est-à-dire organique, semi-détaché et intégré.

Solution : L'équation de base de COCOMO prend la forme :

$$\text{Effort} = a_1 * (\text{KLOC})^{a_2} \text{ PM}$$

$$\text{Tdev} = b_1 * (\text{efforts})^{b_2} \text{ Mois}$$

$$\text{Taille estimée du projet} = 400 \text{ KLOC}$$

(i) Mode organique

$$E = 2,4 * (400)^{1,05} = 1295,31 \text{ PM}$$

$$D = 2,5 * (1295,31)^{0,38} = 38,07 \text{ PM}$$

(ii) Mode Jumelé

$$E = 3,0 * (400)^{1,12} = 2462,79 \text{ PM}$$

$$D = 2,5 * (2462,79)^{0,35} = 38,45 \text{ PM}$$

(iii) Mode intégré



$$E = 3,6 * (400)^{1,20} = 4772,81 \text{ PM}$$

$$D = 2,5 * (4772,8)^{0,32} = 38 \text{ PM}$$

Exemple 2 : Une taille de projet de 200 KLOC doit être développée. L'équipe de développement de logiciels a une expérience moyenne sur des types de projets similaires. Le calendrier du projet n'est pas très serré. Calculez l'effort, le temps de développement, la taille moyenne du personnel et la productivité du projet.

Solution : Le mode semi-détaché est le mode le plus approprié, compte tenu de la taille, du calendrier et de l'expérience du temps de développement.

$$\text{Donc } E = 3.0(200)^{1.12} = 1133.12 \text{ PM}$$

$$D = 2.5(1133.12)^{0.35} = 29,3 \text{ PM}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Staff Size (SS)} &= \frac{E}{D} \text{ Persons} \\ &= \frac{1133.12}{29.3} = 38.67 \text{ Persons} \end{aligned}$$

$$\text{Productivity} = \frac{\text{KLOC}}{E} = \frac{200}{1133.12} = 0.1765 \text{ KLOC/PM}$$

$$P = 176 \text{ LOC/PM}$$

2. Modèle intermédiaire : Le modèle de base de Cocomo considère que l'effort est uniquement fonction du nombre de lignes de code et de quelques constantes calculées en fonction des différents systèmes logiciels. Le modèle COCOMO intermédiaire reconnaît ces faits et affine les estimations initiales obtenues grâce au modèle COCOMO de base en utilisant un ensemble de 15 inducteurs de coûts basés sur divers attributs du génie logiciel.

Classification des inducteurs de coûts et de leurs attributs :

(i) Attributs du produit -

- Étendue de la fiabilité du logiciel requis

- Taille de la base de données de l'application

Attributs matériels -

- Contraintes de performances d'exécution
- Contraintes de mémoire
- La volatilité de l'environnement des machines virtuelles
- Délai d'exécution requis

Attributs du personnel -

- Capacité d'analyste
- Capacité de génie logiciel
- Expérience des applications
- Expérience de machine virtuelle
- Expérience en langage de programmation

Attributs du projet -

- Utilisation d'outils logiciels
- Application des méthodes de génie logiciel
- Calendrier de développement requis

Les inducteurs de coûts sont divisés en quatre catégories :

Cost Drivers	RATINGS					
	Very low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
Product Attributes						
RELY	0.75	0.88	1.00	1.15	1.40	..
DATA	..	0.94	1.00	1.08	1.16	..
CPLX	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30	1.65
Computer Attributes						
TIME	..	..	1.00	1.11	1.30	1.66
STOR	..	..	1.00	1.06	1.21	1.56
VIRT	..	0.87	1.00	1.15	1.30	..
TURN	..	0.87	1.00	1.07	1.15	..

Cost Drivers	RATINGS					
	Very low	Low	Nominal	High	Very high	Extra high
Personnel Attributes						
ACAP	1.46	1.19	1.00	0.86	0.71	..
AEXP	1.29	1.13	1.00	0.91	0.82	..
PCAP	1.42	1.17	1.00	0.86	0.70	..
VEXP	1.21	1.10	1.00	0.90	..	..
LEXP	1.14	1.07	1.00	0.95	..	..
Project Attributes						
MODP	1.24	1.10	1.00	0.91	0.82	..
TOOL	1.24	1.10	1.00	0.91	0.83	..
SCED	1.23	1.08	1.00	1.04	1.10	..

Équation COCOMO intermédiaire :

$$E = a_i (KLOC)^{b_i} * EAF$$

$$D = c_i (E)^{d_i}$$

Coefficients pour COCOMO intermédiaire

Projet	a_{je}	b_{je}	c_{je}	d_i
Biologique	2.4	1.05	2.5	0,38

Jumelé	3.0	1.12	2.5	0,35
Embarqué	3.6	1,20	2.5	0,32

3. Modèle COCOMO détaillé : COCOMO détaillé intègre toutes les qualités de la version standard avec une évaluation de l'effet du générateur de coûts sur chaque méthode du processus d'ingénierie logicielle. Le modèle détaillé utilise divers multiplicateurs d'effort pour chaque propriété d'inducteur de coût. Dans cocomo détaillé, l'ensemble du logiciel est différencié en plusieurs modules, puis nous appliquons COCOMO dans divers modules pour estimer l'effort puis additionner l'effort.

Les six phases de COCOMO détaillé sont :

1. Planification et exigences
2. Structure du système
3. Structure complète
4. Code et test du module
5. Intégration et test
6. Modèle de coût constructif

L'effort est déterminé en fonction du devis programme, et un ensemble d'inducteurs de coûts sont donnés en fonction de chaque phase du cycle de vie du logiciel.

Précédent

Suivant →



Pour les vidéos, rejoignez notre chaîne Youtube : **Inscrivez - vous maintenant**