

بسمه تعالی

تخمین تلاش در پروژه‌های نرم‌افزاری

روش‌ها و ابزارها

مولفان:

دکتر وحید خطیبی بردسیری

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

مهندس بهروز صادقی

عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور استان خراسان رضوی واحد تایباد

مهندس الناز ایرانمنش

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

مهندس زهرا شهپر

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

انتشارات ارسطو

(چاپ و نشر ایران)

خرداد ۱۳۹۵

عنوان و نام پدیدآور : تخمین تلاش در پروژه‌های نرم‌افزاری روش‌ها و ابزارها /
مولفان بهروز صادقی... [و دیگران].
مشخصات نشر : مشهد: ارسطو، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری : ۱۴۶ص. : مصور، جدول.
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۲-۰۴۰-۵
وضعیت فهرست نویسی : فیبا
یادداشت : مولفان بهروز صادقی، وحید خطیبی بردسیری، الناز ایرانمنش، زهرا شهپر.
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : نرم‌افزار -- هزینه‌ها
موضوع : Computer software -- Costs
موضوع : نرم‌افزار -- مهندسی
موضوع : Software Engineering
شناسه افزوده : صادقی، بهروز، ۱۳۶۱ -
رده بندی کنگره: ۱۳۹۵: ۳/ت ۷۵۴/ ۷۵۶/ QA۷۶
رده بندی دیویی : ۰۰۵/۳
شماره کتابشناسی ملی : ۴۲۶۱۹۸۹

نام کتاب : تخمین تلاش در پروژه‌های نرم‌افزاری : روش‌ها و ابزارها
مولفان : وحید خطیبی بردسیری - بهروز صادقی - الناز ایرانمنش - زهرا شهپر
داوری شده توسط : دکتر عبدالرضا رسولی - دکتر محمدصادق حاج محمدی
ناشر : ارسطو (چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد : پروانه مهاجر
ویراستار فنی : مهندس مهدیه جمشید نژاد
تیراژ : ۱۰۰۰
نوبت چاپ : اول - ۱۳۹۵
چاپ : مهتاب
قیمت : ۱۵۰۰۰ تومان
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۲-۰۴۰-۵
تلفن های مرکز پخش : ۳۵۰۹۶۱۴۵ - ۳۵۰۹۶۱۴۶ - ۰۵۱
www.chaponashr.ir



انتشارات ارسطو



چاپ و نشر ایران

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱	۱ مقدمه ای بر مهندسی نرم افزار
۱۳	۱-۱ مقدمه
۱۵	۲-۱ تعریف نرم افزار
۱۶	۳-۱ تعریف مهندسی نرم افزار
۱۶	۴-۱ فرآیند تولید نرم افزار
۱۷	۵-۱ مدل های فرآیند نرم افزار
۱۸	۶-۱ هزینه های مهندسی نرم افزار
۱۹	۷-۱ چالش های مربوط به مهندسی نرم افزار
۱۹	۸-۱ مدیریت پروژه های نرم افزاری
۱۹	۹-۱ اندازه گیری نرم افزار
۲۰	۱۰-۱ جمع بندی و نتیجه گیری
۲۱	۲ مقدمه ای بر تخمین تلاش
۲۳	۱-۲ برآورد پروژه نرم افزار
۲۳	۲-۲ برآورد هزینه نرم افزار
۲۳	۳-۲ برآورد تلاش نرم افزار
۲۴	۴-۲ مراحل برآورد تلاش نرم افزار
۲۶	۵-۲ مروری بر هزینه های توسعه نرم افزار
۲۷	۶-۲ پیش نیازهای برآورد هزینه نرم افزار

۲۹	۷-۲ انواع برآورد تلاش نرم افزار	۲۹
۲۹	۱-۷-۲ برآورد ساخت یافته	۲۹
۳۰	۲-۷-۲ برآورد تحلیلی	۳۰
۳۱	۳-۷-۲ برآورد مبتنی بر مقایسه	۳۱
۳۱	۸-۲ مهمترین فاکتورها در برآورد هزینه یک سیستم نرم افزاری	۳۱
۳۱	۱-۸-۲ اندازه پروژه	۳۱
۳۲	۱-۱-۸-۲ نقطه تابع	۳۲
۳۴	۲-۱-۸-۲ ایجاد ارتباط میان معیارهای متفاوت	۳۴
۳۷	۳-۱-۸-۲ هدف از معیارهای اندازه گیری برآورد فرآیند نرم افزار	۳۷
۳۸	۴-۱-۸-۲ نقطه ویژگی	۳۸
۳۸	۵-۱-۸-۲ نقطه هدف	۳۸
۳۸	۲-۸-۲ پیچیدگی پروژه	۳۸
۳۹	۳-۸-۲ زمان انجام پروژه	۳۹
۳۹	۴-۸-۲ منابع انسانی	۳۹
۴۰	۹-۲ ویژگیهای برآورد درست هزینه	۴۰
۴۰	۱۰-۲ مشکلات متداول در برآورد هزینه های پروژه نرم افزاری	۴۰
۴۲	۱۱-۲ مدل‌های برآورد تلاش در پروژه های نرم افزاری	۴۲
۴۳	۱۲-۲ جمع بندی و نتیجه گیری	۴۳
۴۷	۳ روش های تخمین تلاش الگوریتمی	۴۷
۴۹	۱-۳ مقدمه	۴۹
۵۲	۲-۳ روشهای موجود تخمین تلاش توسعه نرم افزار	۵۲
۵۳	۳-۳ روشهای تخمین تلاش الگوریتمی	۵۳
۵۴	۱-۳-۳ مدل بیلی و باسیلیس	۵۴
۵۴	۲-۳-۳ مدل نلسون	۵۴
۵۵	۳-۳-۳ مدل آرون	۵۵
۵۶	۴-۳-۳ مدل داتی	۵۶

۵۶	..... مدل پاتنم ۵-۳-۳
۵۷	..... مدل نقطه مورد کاربرد ۶-۳-۳
۵۹	..... مدل پرایس-اس ۷-۳-۳
۵۹	..... مدل هزینه سازنده-کو کومو ۸-۳-۳
۶۱	..... کو کومو بنیادی ۱-۸-۳-۳
۶۲	..... کو کومو متوسط ۲-۸-۳-۳
۶۳	..... کو کومو جزئی شده ۳-۸-۳-۳
۶۳	..... کو کومو ۲ ۹-۳-۳
۶۴	..... مدل استفاده مجدد ۱-۹-۳-۳
۶۶	..... مدل پسامعماری ۲-۹-۳-۳
۶۸	..... مدل ترکیب برنامه کار بردی ۱۰-۳-۳
۶۹	..... جمع بندی و نتیجه گیری ۴-۳
۷۱	..... ۴ روش های تخمین تلاش غیرالگوریتمی
۷۳	..... ۱-۴ مقدمه
۷۴	..... ۲-۴ تخمین مبتنی بر قیاس
۷۴	..... ۱-۲-۴ تابع تشابه
۷۷	..... ۲-۲-۴ توابع جواب
۷۸	..... ۳-۲-۴ K نزدیک ترین همسایه
۸۱	..... ۳-۴ پژوهش های پیشین در زمینه تخمین مبتنی بر قیاس
۸۲	..... ۱-۳-۴ انتخاب و وزن گذاری ویژگی ها
۸۵	..... ۲-۳-۴ تحلیل خاکستری
۸۷	..... ۳-۳-۴ تنظیم
۹۰	..... ۴-۴ دسته بندی و درخت رگرسیون
۹۱	..... ۵-۴ داوری خبره
۹۳	..... ۶-۴ روش های محاسبات نرم
۹۴	..... ۱-۶-۴ معیارهای کارایی

۹۵	..... ۲-۶-۴ شبکه‌های عصبی
۹۵	..... ۳-۶-۴ ارزیابی پژوهش‌های مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی
۱۰۱	..... ۴-۶-۴ روش فازی
۱۰۳	..... ۵-۶-۴ شبکه عصبی مصنوعی به همراه فازی
۱۰۵	..... ۶-۶-۴ مطالعات کیفی
۱۰۶	..... ۷-۴ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۰۷	..... ۵ مجموعه داده‌ها و ابزارهای تخمین تلاش
۱۰۹	..... ۱-۵ مقدمه
۱۱۰	..... ۲-۵ مجموعه داده‌های موجود برای تخمین تلاش
۱۱۱	..... ۱-۲-۵ مجموعه داده Desharnais
۱۱۲	..... ۲-۲-۵ مجموعه داده‌های Nasa60، COCOMO81 و Nasa93
۱۱۳	..... ۳-۲-۵ مجموعه داده Albrecht
۱۱۶	..... ۴-۲-۵ مجموعه داده Canadian Financial
۱۱۷	..... ۵-۲-۵ مجموعه داده Maxwell
۱۲۰	..... ۶-۲-۵ مجموعه داده ISBSG
۱۲۵	..... ۳-۵ پیشنهادهایی برای انتخاب مجموعه داده
۱۲۷	..... ۴-۵ فناوری‌های تخمین
۱۲۸	..... ۵-۵ ابزارهای تخمین
۱۲۸	..... ۱-۵-۵ Cocomo family
۱۳۱	..... ۲-۵-۵ Comparative Estimating Tool
۱۳۲	..... ۳-۵-۵ Function Point Workbench
۱۳۵	..... ۴-۵-۵ SEER - SEM
۱۳۶	..... ۵-۵-۵ SLIM
۱۳۷	..... ۶-۵ جمع بندی و نتیجه گیری

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۴۰	شکل ۱-۲: فاکتورهای برآورد هزینه نرم افزار
۸۱	شکل ۱-۴: دسته‌بندی تلاش‌های تحقیقاتی مبتنی بر ABE
۸۷	شکل ۲-۴: تنظیم روش ABE
۹۲	شکل ۳-۴: مثالی از تکنیک Delphi
۱۳۰	شکل ۱-۵: ابزار تخمین USC COCOMO 81
۱۳۱	شکل ۲-۵: ابزار تخمین USC COCOMO
۱۳۲	شکل ۳-۵: Comparative Estimating Tool
۱۳۳	شکل ۴-۵: نمایش گرافیکی Function Point Workbench
۱۳۴	شکل ۵-۵: مستندات و نتایج تخمین تلاش در Function Point Workbench
۱۳۵	شکل ۶-۵: ابزار تخمین تلاش SEER – SEM
۱۳۷	شکل ۷-۵: ابزار تخمین تلاش SLIM

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: محرک‌های هزینه	۲۸
جدول ۲-۲: میانگین تعداد خطوط کد مورد نیاز برای ساخت یک نقطه تابع در زبان‌های برنامه نویسی	۳۵
جدول ۱-۳: ضرایب کوکومو بنیادی	۶۱
جدول ۲-۳: ضرایب کوکومو متوسط	۶۲
جدول ۱-۴: بررسی پژوهش‌های مبتنی بر روش ABE	۸۰
جدول ۲-۴: ارزیابی پژوهش‌های مربوط به ABE	۸۹
جدول ۳-۴: نگاهی اجمالی به پژوهش‌های مبتنی بر ANN	۹۶
جدول ۴-۴: معیارهای کارایی مورد استفاده در پژوهش‌های تخمین تلاش	۹۷
جدول ۵-۴: مقایسه شبکه عصبی با روش‌های تخمین مختلف	۹۸
جدول ۶-۴: برتری شبکه عصبی نسبت به روش‌های دیگر بر روی مجموعه داده‌های مختلف	۱۰۰
جدول ۱-۵: مجموعه داده‌های موجود برای تخمین تلاش	۱۱۱
جدول ۲-۵: ویژگی‌های مجموعه داده Desharnais	۱۱۲
جدول ۳-۵: ویژگی‌های مجموعه داده‌های Nasa60، COCOMO81 و Nasa81	۱۱۴
جدول ۴-۵: ویژگی‌های مجموعه داده Albrecht	۱۱۵
جدول ۵-۵: ویژگی‌های مجموعه داده CF	۱۱۶
جدول ۶-۵: ویژگی‌های مجموعه داده Maxwell	۱۱۷

جدول ۵-۷: ویژگی‌های مجموعه داده ISBSG	۱۲۱
جدول ۵-۸: نوع ویژگی‌های مجموعه داده‌ها	۱۲۵
جدول ۵-۹: ابزارهای تخمین تلاش توسعه نرم افزار	۱۲۸

۱

مقدمه‌ای بر مهندسی نرم افزار

۱-۱ مقدمه

مهندسی نرم افزار یک روش سیستماتیک، منظم و دقیق برای ساخت و ارائه محصول نرم افزاری با کیفیت می باشد. به عبارت دیگر مهندسی نرم افزار یک رویکرد ارزشمند جهت ایجاد، توسعه و نگهداری از نرم افزار است که تولید محصول با کیفیت و پشتیبانی از آن را هدف اصلی خود قرار داده است.

فرآیند مهندسی نرم افزار اغلب شامل مراحل تحلیل، طراحی، پیاده سازی و آزمون است که با بکارگیری روشهای فنی و علمی از علوم مهندسی موجب تولید نرم افزاری با کیفیت در طول یک فرآیند انتخابی مناسب پروژه می شود.

امروزه نرم افزار از گرانترین عناصر یک سیستم کامپیوتری محسوب می گردد و کمتر کسی از اهمیت سیستم های کامپیوتری و نرم افزارها بی اطلاع است. با توجه به این موضوع و سرعت توسعه ی نرم افزارها و سیستم های کامپیوتری و همچنین پایه گذاری اموری مهم روی این سیستمها اهمیت آنها به طور چشمگیری در حال صعود است. بی شک می توان گفت بدون این نرم افزارها و سیستم های کامپیوتری روند امور روزمره دچار اختلال می شود. لذا کیفیت نرم افزار کاربردی نیازمند فرآیند توسعه و مدیریت پروژه می باشد. در این راستا برای مدیران پروژه، برآورد هزینه ۱ و تلاش ۲ به یک مرحله حیاتی هنگام شروع پروژه جدید نرم افزاری تبدیل گشته است. برآورد دقیق هزینه تولید یک سیستم نرم افزاری، باعث

1- Cost estimation

2- Effort estimation

می شود که مدیر پروژه در طول چرخه حیات نرم افزار، از پشتوانه قدرتمندی جهت اتخاذ تصمیمات مختلف برخوردار باشد و مدیر پروژه، تحلیلگر، طراح، برنامه نویس و سایر نیروهای تیم توسعه نرم افزار می دانند که برای تولید یک محصول مناسب به چه میزان تلاش و زمان نیاز دارند. از طرف دیگر برآورد دقیق هزینه یک عنصر مهم برای ارائه قیمت‌های رقابتی و باقی ماندن و موفقیت در بازار رقابت می باشد. بدون داشتن یک برآورد مناسب از هزینه مورد نیاز، مدیر پروژه نمی تواند تشخیص دهد که به چه میزان زمان و چه حجمی از نیروی انسانی و سایر منابع جهت انجام پروژه نیاز دارد و در صورت تشخیص اشتباه، پروژه در مسیر شکست حتمی حرکت خواهد کرد. بررسی های صورت گرفته نشان می دهد، که اکثر پروژه های نرم افزاری به دلیل برآورد هزینه غلط و برنامه ریزی و زمان بندی نادرست مدیران با شکست مواجه شده اند. در نتیجه برآورد صحیح پروژه نرم افزاری اهمیت زیادی پیدا کرده است.

مدیریت پروژه، برنامه ریزی و هدایت پروژه در چهارچوب زمان، هزینه و کیفیت مشخص به منظور ایجاد نتایج مشخص است. مدیریت پروژه فعالیتهای برنامه ریزی، سازماندهی، نظارت بر اجرا و هدایت اجرا را در برمی گیرد و سعی دارد تا با استفاده درست از منابع، نتایج مشخص و مورد انتظار را با هزینه توافق شده قبلی در موعد درست خود تحویل دهد. زمان و هزینه دو پارامتر مهم در هر پروژه نرم افزاری می باشند. دلایل اصلی اهمیت این دو پارامتر در پروژه های نرم افزاری شامل موارد زیر است:

۱- پیشرفت سریع و پویا در سیستم عامل و سخت افزار

۲- تغییر نیازهای مشتری در طول پروژه های نرم افزاری

اجزای اصلی هزینه پروژه، هزینه های سخت افزاری، آموزش و هزینه های مربوط به تولید و ساخت نرم افزار شامل پرداخت دستمزد به مهندسان نرم افزار است. از آنجا که، بخش اعظم هزینه پروژه، هزینه کارکنان است، اصطلاح برآورد هزینه و برآورد تلاش به صورت متقابل استفاده می شوند. منظور از برآورد تلاش، فرآیند محاسبه واقعی ترین مقادیر

تلاش مورد نیاز نفر-ماه^۱ برای توسعه و یا نگهداری نرم افزار براساس ورودی‌هایی مانند ملزومات نرم افزار، نقاط تابع، اندازه، نقاط مورد استفاده و غیره می‌باشد. بعلاوه بر آورد تلاش به عنوان ورودی برنامه ریزی پروژه، بودجه، آنالیز سرمایه گذاری، فرآیندهای قیمت گذاری و دوره‌های مناقصه استفاده می‌شود.

برآورد در ابتدای فرآیند ساخت سیستم، که به برآورد مقدماتی معروف است، اغلب دقت کمی دارد زیرا در ابتدا دانش کمی از پروژه موجود است. لذا برنامه ریزی پروژه براساس برآوردهای اولیه با ریسک همراه است. با افزایش ریسک عدم اطمینان از برنامه ریزی اولیه افزایش می‌یابد و با افزایش پیچیدگی و اندازه پروژه‌ها میزان عدم اطمینان بیشتر می‌شود. مدیریت موفق پروژه نیز، نقش مؤثری در بهره‌وری سازمان ایفا می‌نماید. بنابراین، استفاده از روشهای مؤثر برآورد هزینه و تلاش، تأثیر قابل توجهی در مدیریت پروژه دارد.

برآورد تلاش مورد نیاز برای ساخت یک سیستم اطلاعاتی، یکی از دغدغه‌های مهم مدیریت پروژه تلقی می‌شود. الگوهای تخمین هزینه‌ای که در مراحل اولیه ساخت پروژه، با حداقل اطلاعات موجود از پروژه، هزینه ساخت سیستم را تخمین می‌زنند، سودمند و مورد نیاز هستند. روش برآورد هزینه مناسب، امکان کنترل مؤثر زمان و هزینه ساخت سیستم را فراهم می‌نماید. لذا در این کتاب سعی شده است تا با معرفی انواع مدل‌های تخمین تلاش همچنین با بکارگیری ابزارهایی در این زمینه بتوان مدلی مناسب برای محاسبه میزان دقیق تلاش نرم افزار انتخاب کرد.

۲-۱- تعریف نرم افزار

نرم افزار، مجموعه‌ای از برنامه‌های رایانه‌ای، رویه‌ها و مستندات است که انجام کارهای مختلف بر روی یک سیستم رایانه‌ای را بر عهده دارد. عبارت نرم افزار برای نخستین بار توسط جان توکی در سال ۱۹۵۸ مورد استفاده قرار گرفت. در سطح بسیار ابتدایی، نرم افزار کامپیوتر، متشکل از زبان ماشین است که شامل گروهی از مقادیر دودویی بوده و دستورالعمل

پردازنده را تعیین می‌کند. دستورالعمل پردازنده، تغییر بیان از سخت افزار کامپیوتر در یک توالی از پیش تعریف شده می‌باشد. به طور خلاصه، نرم افزار کامپیوتر، زبانی است که اصطلاحاً به وسیله ی آن یک رایانه، صحبت می‌کند.

۱-۳ تعریف مهندسی نرم افزار

مهندسی نرم افزار، یک نظام مهندسی است که با جنبه های نرم افزاری محصول از مراحل اولیه تعیین مشخصات سیستم تا نگهداری سیستم سرو کار دارد. به عبارت دیگر مهندسی نرم افزار، مجموعه ای از فناوریها، روشها و ابزارهای مبتنی بر اصول مهندسی است که در توسعه نرم افزار استفاده می‌شوند.

۱-۴ فرآیند تولید نرم افزار

فرآیند تولید نرم افزار که با عنوان «چرخه حیات تولید نرم افزار» نیز شناخته می‌شود، به مجموعه ای از فعالیت های مهندسی نرم افزار اطلاق می‌شود که با هدف مدیریت چرخه عمر یک محصول نرم افزاری، طراحی و برنامه ریزی می‌گردد. فرآیندهای تولید نرم افزار با این هدف بوجود آمده اند که این مجموعه فعالیت ها را در یک چارچوب مشخص سازماندهی، استاندارد و مستند کرده و به این ترتیب سرعت و کیفیت تولید نرم افزار را بهبود بخشند. اگرچه چرخه عمر یک محصول نرم افزاری شامل مراحل متعددی نظیر تعریف، استخراج نیازمندی ها، تحلیل، طراحی، پیاده سازی، آزمون، نگهداری و ... می‌باشد. لیکن در یک نگاه کلی می‌توان آن را در سه بخش عمده برنامه ریزی (امکان سنجی، تعریف، تعیین نیازمندیها)، اجرا (طراحی، پیاده سازی، آزمون، مستند سازی) و نگهداری تقسیم بندی نمود. فرآیندهای تولید نرم افزار می‌بایست برای هر کدام از این بخش ها و جزئیات آنها روش، قواعد و اصول معینی را ارائه نمایند.

۱-۵ مدل‌های فرآیند نرم افزار

مدل فرآیند نرم افزار یا مدل چرخه عمر استراتژی ساخت نرم افزار است که در برگیرنده فرآیند، روشها و ابزارهای مهندسی نرم افزار می باشد. در هر مدل فرآیند نرم افزار، مراحل عمومی فعالیت مهندسی نرم افزار یعنی ساخت و پشتیبانی وجود دارد. مدل فرآیند، ترتیب فعالیتهای پروژه را تعریف می کند بدین ترتیب کل چرخه عمر پروژه تعریف می شود. هم اکنون، سازمانها از مدل‌های فرآیند مختلفی برای ساخت سیستمهای نرم افزاری استفاده میکنند. مدل فرآیند نرم افزار براساس طبیعت پروژه و برنامه کاربردی، روشها و ابزارهای مورد استفاده، تیم توسعه، کنترل‌های پروژه، خروجیهای مورد نیاز و طبیعت بازار انتخاب میگردد. از مدل‌های معروف فرآیند نرم افزار می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-۵-۱ **مدل تریبی خطی**^۱ این مدل یک سری فعالیت متوالی برای توسعه نرم افزار پیشنهاد می کند که از سطح تحلیل آغاز و به آزمایش ختم می شود.

۱-۵-۲ **مدل آبشاری**^۲ در این مدل هر یک از گامهای تحلیل، طراحی، پیاده سازی، تست و نگهداری کامل انجام شده و سپس به سراغ گام بعدی می رویم.

۱-۵-۳ **مدل نمونه سازی**^۳ در این مدل ابتدا مشتری و تولید کننده یکدیگر را ملاقات نموده و اهداف کلی خود را در مورد نرم افزار بیان می کنند و هر آنچه که مورد نیاز است را شناسایی می کنند. سپس طراحی سریع رخ می دهد. این طراحی روی نمایش آن جنبه هایی از نرم افزار متمرکز می شود که برای مشتری مشهود هستند. این طراحی سریع، منجر به ساخت نمونه می شود. نمونه ساخته شده توسط مشتری ارزیابی می شود و این کار تکرار شده تا زمانی که توافقی بین مشتری و تولید کننده ایجاد شود.

۱-۵-۴ **مدل توسعه سریع کاربرد**^۴ این مدل یک نسخه تکامل یافته از مدل زنجیره خطی

1- The Linear Sequential Model

2- Waterfall model

3- Prototyping model

4- Rapid Application Development (RAD)

است که در آن توسعه سریع تشکیل می شود. این روش برای پروژه هایی که قابل تکه تکه شدن باشند و در واقع قابلیت ماژولاریتی داشته باشند مناسب است.

۱-۵-۵ مدل افزایشی در این مدل نرم افزار طی یک افزایش تولید می شود. اولین بخش رشد اغلب هسته محصول اصلی است. یعنی نیازهای اولیه مورد توجه قرار می گیرند اما بسیاری از مشخصه های تکمیلی ارائه نمی گردد. هسته محصول بوسیله مشتری مورد استفاده قرار میگیرد و یا ارزیابی می شود. در ادامه بعد از استفاده یا ارزیابی، طرحی برای رشد قسمت بعدی ارائه می شود. این طرح اصلاح هسته محصول را مورد توجه قرار می دهد تا بهتر نیازهای مشتری را برآورده نموده و ارائه مشخصه ها و قابلیت های کاری اضافی مورد نظر مشتری را نیز بهتر سازد. این فرآیند به دنبال تحویل هر بخش، تکرار می شود تا وقتی که محصول کامل تولید شود.

۱-۵-۶ مدل حلزونی^۱ در این مدل فعالیتهای مربوط به مهندسی نرم افزار به شش زمینه کاری تقسیم میشود. این شش زمینه شامل ارتباط با مشتری، برنامه ریزی، تحلیل ریسک، مهندسی و طراحی، ساخت و تحویل و ارزیابی مشتری می باشند.

۱-۵-۷ مدل شیوه های رسمی^۲ برای پروژه هایی که منطق کنترل در آنها بسیار مهم است و باید بدون خطا باشد از این مدل استفاده میشود. در آنها معمولاً از عبارات بسیار دقیق ریاضی استفاده می شود. مثل نرم افزارهایی که برای تولید تجهیزات الکترونیکی هواپیما و یا وسایل پزشکی نیاز است، که باید بدون خطا باشند.

۱-۶ هزینه های مهندسی نرم افزار

پروژه نرم افزاری موفق، پروژه ای است که در قالب هزینه و زمانی معین و از پیش تعیین شده به انجام برسد. نرم افزار، کاری تولیدی به شمار می رود که هزینه عمده آن نیروی کار آزموده و متخصص است. بنابراین مهمترین ابزار یک پروژه نرم افزاری و به طور تقریبی

1- Spiral Model

2- Formal Methods Model

بخش اعظم هزینه های آن به نیروی کار متخصص در گیر در آن مرتبط است. در مفاهیم مرتبط با تخمین هزینه های مورد نیاز تولید نرم افزار، گاهی از مفهوم تخمین تلاش نیز استفاده میشود. در واقع هدف از این کتاب، بیان روشها و مفاهیم مرتبط با تخمین تلاش نرم افزاری است، واژه های تلاش و هزینه، به جای یکدیگر نیز بکار برده میشوند و البته یک معنا دارند.

۷-۱ چالشهای مربوط به مهندسی نرم افزار

مهندسی نرم افزار از چالشهای فراوانی رنج می برد که عمده ترین آنها عبارتند از:

۱. عدم تطبیق نرم افزار با نیازهای واقعی مشتری.
۲. قدرت محدود در پشتیبانی و نگهداری نرم افزارهای موجود.
۳. فشار زیاد عمومی برای تولید نرم افزاری قابل اعتماد.

۸-۱ مدیریت پروژه های نرم افزاری

مدیریت پروژه شامل طرح ریزی، نظارت و کنترل افراد، فرآیند و رویدادهایی است که به موازات تکامل نرم افزار از مفهوم مقدماتی تا پیاده سازی عملی رخ می دهند.

مدیریت پروژه نرم افزاری یکی از فعالیتهای چتری در مهندسی نرم افزار است. یعنی این فعالیت پیش از هر فعالیتی آغاز میشود و در سرتاسر مراحل تعریف، توسعه و پشتیبانی نرم افزار کامپیوتری ادامه می یابد. در واقع، فعالیت مدیر پروژه شامل اندازه گیری معیارها، انجام تخمین ها، تحلیل ریسک، زمانبندی پیشبرد پروژه و کنترل کل پروژه می باشد.

۹-۱ اندازه گیری نرم افزار

اندازه گیری در جهان فیزیکی به دو طریق مستقیم و غیر مستقیم انجام می شود. معیارهای نرم افزاری را هم میتوان به همین دو صورت اندازه گیری کرد. موازین مستقیم فرآیند مهندسی نرم افزار، شامل هزینه و انرژی بکار رفته است. موازین مستقیم محصول شامل خطوط کد

تولید شده، سرعت اجرا، اندازه حافظه و نقایص گزارش شده در یک مدت زمان تعیین شده است. موازین غیرمستقیم هم اندازه گیری های مربوط به کیفیت نرم افزار است.

۱-۱۰ جمع بندی و نتیجه گیری

همانطور که در ابتدا نیز اشاره شد، نرم افزار، مجموعه ای از برنامه های رایانه ای، رویه ها و مستندات است که انجام کارهای مختلف بر روی یک سیستم رایانه ای را بر عهده دارد. در این فصل ضمن معرفی مهندسی نرم افزار به عنوان یک نظام مهندسی، که با جنبه های نرم افزاری محصول از مراحل اولیه تعیین مشخصات سیستم تا نگهداری سیستم سرو کار دارد، به تشریح فرآیند تولید نرم افزار، هزینه های مرتبط با تولید نرم افزار، چالشهای مربوط به مهندسی نرم افزار، مفاهیم مربوط به مدیریت پروژه های نرم افزاری اشاره شده است. همچنین در انتهای فصل نیز به مفهوم اندازه گیری نرم افزار و روشهای آن اشاره داشتیم. در فصل دوم از کتاب پیش رو، سعی میشود مفاهیم مرتبط با تخمین یا همان برآورد تلاش نرم افزار بیان گردد. در فصل سوم روشهای تخمین تلاش الگوریتمی ارائه شده و در فصل چهارم سعی میگردد به تشریح روشهای تخمین تلاش غیر الگوریتمی پردازیم. در انتها نیز در فصل پنجم به معرفی مجموعه داده ها و ابزارهای مورد نیاز در فرآیند تخمین تلاش نرم افزاری می پردازیم. امیدواریم این کتاب که ما حاصل سالها تحقیق و پژوهش در زمینه تخمین تلاش نرم افزار بوده و برگرفته از آخرین فناوری های مرتبط با تخمین تلاش می باشد، بتواند راهگشای سئوالات و مسائل مرتبط با این موضوع باشد.

۲

مقدمه ای بر تخمین تلاش

۲-۱ برآورد پروژه نرم افزار

مدیریت پروژه نرم افزار با مجموعه ای از فعالیتها شروع می شود که مهمترین آنها برآورد است. قبل از شروع پروژه، مدیر و تیم نرم افزار باید کاری که قرار است انجام شود، منابع و مدت زمان مورد نیاز برای انجام پروژه (از شروع تا پایان) را برآورد نمایند. برآورد یا همان تخمین، بخش اساسی از یک فرآیند کارا و موثر میباشد، خواه آن فرآیند تالیف، طراحی و یا توسعه باشد. به عبارت دیگر برآورد یک مرحله اساسی در آغاز هر گونه پروژه ای می باشد.

۲-۲ برآورد هزینه نرم افزار

تهیه یک تقریب با برآوردی از هزینه های مورد نیاز برای انجام یک پروژه را برآورد هزینه گویند. مهمترین خروجی این فعالیت را، برآورد هزینه جزئیات آنها و طراح مدیریت هزینه تشکیل می دهند.

۲-۳ برآورد تلاش نرم افزار

منظور از برآورد تلاش، پیش بینی مقدار تلاش، زمان و تعداد کارکنان مورد نیاز برای ساخت سیستمهای اطلاعاتی میباشد. در واقع برآورد پروژه نرم افزاری تخمین هزینه و زمان توسعه نرم افزار پیش از شروع پروژه است. برآورد کار و هزینه هرگز علم دقیقی نخواهد بود. متغیرهای بیشمار انسانی، فنی، محیطی و سیاسی میتوانند هزینه نهایی نرم افزار و کار انجام

شده برای توسعه آن را تحت تاثیر قرار دهند، ولی برآورد پروژه نرم افزاری را میتوان به یک سری مراحل سیستماتیک تبدیل کرد که برآوردهایی با ریسک قابل قبول فراهم کند.

۲-۴ مراحل برآورد تلاش نرم افزار

برآورد تلاش برای امکان سنجی و تخمین منابع در مراحل اولیه پروژه یک کار بسیار مهم است. برآورد تلاش یکی از مهمترین فعاليتها برای برنامه ریزی یک پروژه است که شامل مراحل زیر می باشد:

۱. به دست آوردن اطلاعات درباره پروژه های قبلی و یا حتی از فازهای توسعه قبلی همان پروژه
۲. شناسایی کمیتهای اندازه گیری، عوامل و محرکهای هزینه و مدت زمان ایجاد مدلهای برآورد
۳. تولید مدل پیش بینی که برای برآورد تلاش در پروژه اعمال می شود.
۴. ارزیابی نحوه تاثیر مدل پیش بینی به عبارت دیگر بررسی و اعتبارسنجی مدل، براساس دقت و صحت

انجام محاسبات مربوط به هزینه یک نرم افزار معمولاً کار مشکلی است، این امر دلایل زیادی دارد. پروژه های نرم افزاری اغلب ملموس و در ابتدا قابل درک نیستند. امروزه نرم افزار گرانترین عنصر سیستمهای کامپیوتری محسوب می شود. یک خطای بزرگ در برآورد هزینه میتواند ضرر مالی و زمانی بسیاری وارد کند. متغیرهای بسیاری مانند انسان، محیط، لوازم، زمان، ریسک، اندازه و پیچیدگی پروژه بر روی هزینه ها تاثیر گذارند. معمولاً وظیفه برآورد هزینه در شرکتها و تیم های برنامه نویسی برعهده مدیر پروژه است. یک مدیر پروژه باید با تجربه و دانش قبلی خود این کار را انجام دهد. به منظور دستیابی به برآورد هزینه تقریباً قابل اطمینان، چهار راه پیشنهاد می شود:

- برای انجام برآورد تا اواخر فاز تحلیل پروژه صبر کنیم. هر چه صبر کنیم اطلاعات

مفیدتر و صحیح تری از پروژه بدست می آوریم و این اطلاعات تا اتمام پروژه بیشتر می شود تا اینکه پس از کامل شدن فاز تحلیل پروژه، برآوردی صددرصد می تواند حاصل شود.

- براساس پروژه های مشابه ای که قبلاً انجام شده، تخمین هزینه انجام شود.
- تکنیک های تجزیه نسبتاً ساده برای تولید برآوردهای هزینه ای و کاری پروژه استفاده شوند.
- برای برآورد هزینه و کار نرم افزار از یک یا چند مدل تجربی استفاده شود.

متأسفانه، حالت اول در اکثر مواقع عملی نیست زیرا برآورد هزینه ها باید قبل از شروع پروژه انجام شود. از طرفی مشتری می خواهد قیمت را بداند تا هم خودش برآورد هزینه کند و هم قیمت گفته شده را با دیگران مقایسه کند.

حالت دوم تا حد قابل قبولی خوب عمل میکند، اما اگر پروژه فعلی کاملاً شبیه پروژه های انجام شده قبلی باشد و عوامل دیگری که بر پروژه اثر می گذارند مثل مشتری، شرایط تجاری و ... هم مشابه باشند، که معمولاً اینطور نیست. تجربه گذشته همیشه نشان دهنده راه خوبی برای نتایج آینده نیستند.

دو حالت باقیمانده روشهایی هستند که امکان استفاده از آنها در برآورد پروژه نرم افزاری بیشتر است. در این حالات باید عوامل موثر در هزینه های نرم افزار را تشخیص داده و هر کدام مورد بررسی قرار گیرد. برای بدست آوردن بهترین نتیجه باید این دو روش را با یکدیگر بکار برد، طوریکه هر یک دیگری را تایید کنند. در روشهای تجزیه ای از یک روش تقسیم و حل برای برآورد پروژه نرم افزاری استفاده می شود. با تجزیه پروژه به یک سری اعمال اصلی می توان هزینه و کار را به صورت مرحله ای برآورد نمود. مدل های برآورد تجربی را هم میتوان برای تکمیل تکنیک های تجزیه ای به کار برد.

این مدل، یک مدل مبتنی بر تجربه (داده های تاریخی) بوده و به شکل رابطه ۱-۲ است:

$$D=f(V_1)$$

رابطه (۱-۲)

D یکی از مقادیری است که باید برآورد شود مثل کار، هزینه و یا مدت زمان پروژه، پارامترهای مستقل که برای انجام برآورد، انتخاب شده (مثل LOC یا FPI) است.

ابزارهای برآورد خود کار تقریباً زیادی ساخته شده اند. ابزارهای برآورد خود کار یک یا چند تکنیک تجزیه ای یا مدل تجربی را پیاده سازی می کنند. هنگامی که ابزارهای خود کار با یک واسط گرافیکی ساخته شوند ابزار جذابی برای برآورد می شوند. در چنین سیستمهایی ویژگیهای سازمانی که نرم افزار در آن توسعه می یابد (مثل تجربه و محیط) و نرم افزاری که قرار است توسعه یابد توصیف می شوند. برآورد هزینه از این داده ها به دست می آید. هر یک از انتخاب های ممکن برای برآورد هزینه های نرم افزاری، فقط به خوب بودن داده های تاریخی بستگی دارد که برای انجام برآورد به کار رفته اند. اگر هیچگونه داده های تاریخی موجود نباشد تعیین هزینه قابل اعتماد نیست. ولی پیش از انجام برآورد باید دامنه کاربرد نرم افزار تعیین و اندازه آن برآورد شده باشد. درستی برآورد پروژه نرم افزاری به چند عامل بستگی دارد:

۱. درستی برآورد اندازه محصول
۲. توانایی این که از برآورد اندازه پروژه بتوانیم کار، زمان و هزینه ها را بدست آوریم که به دسترسی معیارهای قابل اطمینانی که از پروژه های قبلی بدست آمده بستگی دارد.
۳. انعکاس تواناییهای تیم نرم افزاری در برنامه ریزی
۴. پایداری خواسته های پروژه و محیطی که نرم افزار در آن توسعه می یابد.

۲-۵ مروری بر هزینه های توسعه نرم افزار

آنچه اغلب اتفاق می افتد، نرم افزار گرانتر از آنی است که برآورد شده، دیرتر از زمان برآورد شده پایان می یابد و سرانجام هم به تمامی اهداف اولیه اش نمی رسد. مطالعه وضعیت

حاضر انجام برآورد و کنترل توسعه پروژه های نرم افزاری در ۵۹۸ سازمان نشان می دهد:

۳۵٪ از سازمانها هیچگونه برآوردی انجام نمی دهند .

۵۰٪ از سازمانها هیچگونه اطلاعاتی درباره پروژه های انجام شده خود ثبت نمی کنند .

۵۷٪ محاسبه هزینه ها را انجام نمی دهند .

۸۰٪ از پروژه های انجام شده دیرتر از زمان مقرر پایان می یابد و با کسری بودجه مواجه

می شود.

متوسط کسری بودجه و دیرکرد ۵۰٪ است.

۲-۶ پیش نیازهای برآورد هزینه نرم افزار

یک سازمان برای بهینه سازی فرآیند مدیریت پروژه، انتخابهای زیادی دارد مثل چگونگی تعیین مسئولیت ها، استفاده از ابزارها و روشهای تصمیم گیری و نظارت بر انجام وظایف. برآورد نرم افزار از دیدی اجتماعی و روانشناسی به نرم افزار می نگرد برای مثال هماهنگی تیمی، سبک رهبری و مانند آن. همچنین جنبه های تکنیکی کار را هم مورد توجه قرار می دهد مثلاً چگونگی طراحی، برنامه نویسی، تست، مستند سازی و ابزارهای نرم افزاری و سخت افزاری.

پیش نیازهای انجام برآورد، اطلاعاتی است که برای انجام برآورد ضروری است.

اطلاعاتی درباره :

محصولی که قرار است ساخته شود.

ابزار تولید محصول

پرسنل توسعه دهنده محصول و سازمان توسعه دهنده محصول

کاربران محصول، این که محصول برای چه کسی ساخته میشود.

در حقیقت این سوالات پنج دسته کلی را تعیین می کنند که هر کدام شامل گروه خاصی از محرک‌های هزینه است. تعداد این محرک‌ها بسیار زیاد است و آنچه اهمیت دارد این است که سازمان مشخص کند، کدامیک از محرک‌های هزینه در سازمان نقش دارند. برای هر کدام از این پنج دسته مثالهایی از مهمترین محرک‌های هزینه در جدول ۱-۲ وجود دارد.

جدول ۱-۲: محرک‌های هزینه

محصول	اندازه نرم افزار، کیفیت مورد نیاز، پیچیدگی محصول، سطح قابل استفاده، میزان مستند سازی، نوع برنامه کاربردی
ابزارها	محدودیت‌های سخت افزار (زمان اجرا، زمان پاسخ، اندازه حافظه)، کاربران ابزارها، استفاده از تکنیک‌های مدرن برنامه نویسی (سطح پنهان سازی اطلاعات، برنامه نویسی تیمی، برنامه نویسی ساخت یافته، طراحی بالا- پایین)
پرسنل	کیفیت پرسنل، میزان شناخت از پرسنل، مدیریت کیفیت
پروژه	زمان توسعه پروژه (زمان به اندازه کافی، زمان در فشار)، روش کنترل پروژه
کاربران	تعداد کاربران، ثبات سازمان کاربران و نحوه کار با نرم افزار، میزان آشنایی کاربران با اتوماسیون، سطح آموزش اتوماسیون به کاربران

مسائلی که در شناخت و مقداردهی محرک‌های هزینه وجود دارد به ترتیب زیر می باشد:

تعریف - برای محرک‌های هزینه تعریف‌های پذیرفته شده کمی وجود دارد از جمله برای اندازه، کیفیت، پیچیدگی و شناخت.

عدم قطعیت - چیزی که برای یک توسعه دهنده پیچیده است ممکن است برای دیگری اصلاً پیچیده نباشد.

وابستگی - کار سختی است که یک محرک هزینه را به تنهایی در نظر بگیرد تغییر در

مقدار یک محرک هزینه باعث تغییر در مقادیر دیگری می شود.

ارتباط میان محرکها و کار لازم برای توسعه پروژه- برای انجام برآورد لازم است ارتباط میان آنها مشخص شود، برای مثال ارتباط میان کار و اندازه نرم افزار. اما در واقع هیچ ارتباط روشنی میان آنها وجود ندارد.

مشخص کردن محرکهای هزینه- قطعاً نمی توان مهمترین آنها را مشخص کرد و این مسئله در شرایط مختلف متفاوت است.

کارایی و بهره وری- اغلب میان این دو تداخل پیش می آید. کارایی توجه زیاد به انجام کار درست و با دقت است.

فاکتورهای انسانی- تقریباً همه موافق تاثیر این فاکتورها هستند مانند میزان تجربه و توانایی توسعه دهنده نرم افزار به این معنی که مهارت در یک توسعه خوب اهمیت دارد. استفاده مجدد یکی از مهمترین فاکتورهای کارایی است.

۲-۷ انواع برآورد تلاش نرم افزار

۲-۷-۱ برآورد ساخت یافته^۱

احتمالاً برآورد ابتدایی ترین روش اندازه گیری می باشد. افراد همیشه از تجربه گذشته خود برای پیش بینی حوادث آینده استفاده می کنند. برآوردهای ساده جهت برنامه ریزی و کنترل موثر نمی توانند قابل اطمینان باشند. دقت برآورد به تجربه تخمین زننده در زمینه ای که او در حال برآورد است بستگی دارد. روش برآورد ساخت یافته، تلاشی برای استفاده از این واقعیت و همچنین وارد نمودن ساختار و انضباط بر فرآیند تخمین می باشد به نحوی که نتایج حاصل از آن را بتوان با اطمینان استفاده نمود. مزایای این برآورد به قرار زیر می باشد: روشی ارزان است. این روش می تواند برای پیش بینی زمانهای کاری که دیده نشده است

استفاده شود. بنابراین به عنوان مبنایی برای برآورد قیمت کارهای بزرگ استفاده می‌شود. به طور طبیعی در مواردی که مقادیر زمانی با جزئیات زیاد مورد نیاز نمی‌باشند، برآورد قابل استفاده می‌باشد. بنابراین چنین روشهایی برای کار با سیکل طولانی و در موقعیتهایی که داده زمانی انباشته برای برنامه ریزی، کنترل یا پرداخت در طول دوره‌های طولانی مدت مورد نیاز است مفید می‌باشد.

۲-۷-۲ برآورد تحلیلی^۱

این تکنیک بر این واقعیت استوار است که کارها را می‌توان به جزء متشکل آن تقسیم نمود و عناصر به طور مجزا قابل اندازه گیری یا برآورد می‌باشند. بدیهی است برآورد توسط فردی انجام می‌شود که در محدوده کار اندازه گیری با تجربه باشد و در زمینه روشهای کار، آموزش دیده باشد. بنابراین برآورد کننده به صورت زیر عمل می‌کند:

۱. کار را به عناصر تقسیم می‌کند.
۲. داده استاندارد یا ترکیبی را به کار می‌گیرد.
۳. عناصری که ارزش تلاش و صرف وقت دارند را مورد اندازه گیری قرار می‌دهد.
۴. بقیه عناصر را با استفاده از تجربه خود و اطلاعات مربوط به شرایط کاری عوامل ایمنی و مانند آن تخمین می‌زند.

ممکن است زمانهای عناصری که تخمین زده شده اند برای استفاده بعدی به صورت داده استاندارد نگهداری شوند. البته در این حالت لازم است در فواصل مشخصی، آنها را از نظر قابل قبول بودن مورد بررسی قرار داد. این روش نسبت به سایر روشهای ذکر شده کاربرد بیشتری در پروژه‌های نرم افزاری دارد.