

الحمد لله الرحمن الرحيم

مبانی مهندسی توسعه سامانه های پیچیده

مؤلفین:

سید مهدی موسوی بادجانی

سعید یاورزاده

مالک طه‌وری

ابراهیم قلاح زاده



انستیتو ایز ایران

عنوان و نام پدیدآور	مبانی مهندسی توسعه سامانه‌های پیچیده / مؤلفین سیدمهدی موسوی بادجانی... و دیگران
مشخصات نشر	تهران : انستیتو ایز ایران، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۲۳۶ ص.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۲۰۱-۰۸۸-۲
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	مؤلفین سیدمهدی موسوی بادجانی، سعید یاورزاده، مالک طهوری، ابراهیم فلاح زاده.
موضوع	مهندسی سیستم‌ها
موضوع	مهندسی سیستم‌ها -- مدیریت
شناسه افزوده	موسوی بادجانی، سیدمهدی، ۱۳۵۵ -
شناسه افزوده	انستیتو ایز ایران
رده بندی کنگره	۱۳۹۲/م۲/۷۸۱۶۸ TA
رده بندی دیویی	۶۲۰.۰۰۱۱۷۱
شماره کتابشناسی ملی	۲۲۶۷۰۹



انتشارات انستیتو ایران

- نام کتاب: مبانی مهندسی توسعه سامانه‌های پیچیده
- مؤلفین: سید مهدی موسوی بادجانی - سعید یاورزاده
- مالک طهوری - ابراهیم فلاح زاده
- نوبت چاپ: اول - پاییز ۹۲
- شمارگان: ۵۰۰ جلد
- شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۱-۰۸۸-۲
- ناظر چاپ: علی نورا... اوغلی
- طراح جلد: محمد حسین آقاجانی

ناشر از همکاری گروه صنایع فضایی صایران در چاپ این کتاب به منظور توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور قدردانی می‌کند.

کلیه حقوق قانونی و شرعی برای ناشر محفوظ است.
تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر بصورت حروفچینی و چاپ مجدد، چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است. نقل مطالب به صورت معمول در مقاله‌های تحقیقاتی با ذکر نام کامل ناشر و کتاب آزاد است.

پیش گفتار:

در این کتاب تلاش شده است تا توضیحی مفهومی از رویه‌های مرتبط با توسعه و مدیریت چرخه عمر یک سامانه پیچیده به خوانندگان ارائه گردد. با مطالعه این کتاب هر خواننده درک می‌کند که یک سامانه پیچیده چگونه توسعه می‌یابد؛ چگونه برنامه‌ریزی می‌شود و چگونه ارزیابی می‌شود. به این منظور ساختار اصلی این کتاب در ۴ بخش اصلی زیر ساماندهی شده است:

- ۱- مقدمه که به معرفی اصول مهندسی سامانه‌ها می‌پردازد.
 - ۲- فرآیند مهندسی سامانه: که معرفی کننده فرآیند حل مسأله در مهندسی سامانه و برخی از تکنیک‌های مربوط به آن می‌باشد.
 - ۳- تحلیل و کنترل سامانه: در این بخش ابزارهای کنترل و تحلیل که ایجاد کننده تعادل در سامانه‌ها می‌باشند ارائه شده است ابزارهایی همچون مدیریت ریسک، مدیریت پیکره بندی و مصالحه در این بخش توضیح داده شده‌اند.
 - ۴- برنامه‌ریزی، سازماندهی و مدیریت: در این بخش نیز مباحث مرتبط با مدیریت فعالیت‌های مهندسی سامانه ارائه شده است.
- در انتها خاطرات نشان می‌گردد که این کتاب به منظور استفاده دانشجویان، کارشناسان و سایر صاحب‌نظران و علاقه‌مندان به بحث مهندسی سامانه تهیه شده و از آنجایی که هراتری دارای کاستی‌هایی بوده، از ایشان خواستاریم تا با ارائه پیشنهادات سازنده خویش اینجانبان را در زمینه رفع کاستی‌ها و افزایش سطح کیفیت این کتاب یاری نمایند.

فصل اول - نوآوری در سازمان	۱
۱-۱ تعاریف سیستم	۱
۱-۲ مهندسی سیستم	۲
۱-۳ فازبندی توسعه	۴
۱-۴ فرآیند مهندسی سیستم‌ها	۶
۱-۵ رهنمود	۱۲
۱-۶ خلاصه نکات	۱۴
 فصل دوم - مدیریت مهندسی سیستم‌ها در فرآیند اکتساب DoD	۵
۲-۱ معرفی	۱۵
۲-۲ تغییرات اخیر	۱۶
۲-۳ چرخه عمر اکتساب	۱۷
۲-۴ مهندسی سیستم در اکتساب	۲۱
۲-۵ خلاصه	۳۵
ضمیمه ۲-الف	۳۶
ضمیمه ۲-ب	۳۸
 فصل سوم - بازیابی فرآیند مهندسی سیستم‌ها	۴۷
۳-۱ فرآیند	۴۷

۵۳ ۲-۳ خلاصه نکات

۵۵ فصل چهارم - تحلیل نیازمندی‌ها

۵۵ ۴-۱ ورودیهای فرآیند مهندسی سیستمها

۵۸ ۴-۲ تحلیل نیازمندیها

۶۲ ۴-۳ خروجیهای تحلیل نیازمندیها

۶۵ ۴-۴ خلاصه نکات:

۶۶ ضمیمه الف-۴

۷۵ فصل پنجم - تخصیص و تحلیل کارکردی

۷۵ ۵-۱ معرفی

۷۶ ۵-۲ تخصیص و تحلیل کارکردی

۸۰ ۵-۳ معماری کارکردی

۸۲ ۵-۴ خلاصه نکات

۸۳ ضمیمه ۵-الف

۸۷ ضمیمه ۵-ب

۹۰ ضمیمه ۵-پ

۹۲ ضمیمه ۵-ت

۹۵ فصل ششم - آمیخته طراحی

۹۵ ۶-۱ توسعه طراحی

۹۹ ۶-۲ ابزارهای آمیخته طراحی

۱۰۱ ۶-۳ خلاصه نکات:

۱۰۲ ضمیمه ۶-الف

۱۰۳ ضمیمه ۶-ب

ضمیمه ۶-ب ۱۰۵

فصل هفتم - بازیابی ۱۰۷

۷-۱ بازیابی ۱۰۷

۷-۲ آزمون و ارزیابی DOD ۱۱۱

۷-۳ خلاصه نکات ۱۱۹

فصل هشتم - خروجی های فرآیند مهندسی سیستم ها ۱۲۱

۸-۱ مستند سازی نیازمندی ها و طراحی ها ۱۲۱

۸-۲ فعالیت ها و خط شیب های DOD تخصیص ها و استانداردها ۱۳۳

۸-۳ خلاصه نکات ۱۳۸

فصل نهم - ساختار شکست کار ۱۴۱

۹-۱ معرفی ۱۴۱

۹-۲ توسعه WBS ۱۴۵

۹-۳ طراحی و ردگیری کار ۱۴۸

۹-۴ خلاصه نکات: ۱۵۰

فصل دهم - مدیریت پیکربندی ۱۵۳

۱۰-۱ مبانی ۱۵۳

۱۰-۲ ساختار مدیریت پیکربندی ۱۵۶

۱۰-۳ مدیریت ارتباطات ۱۶۵

۱۰-۴ مدیریت اطلاعات ۱۶۷

۱۰-۵ خلاصه نکات: ۱۶۸

فصل یازدهم - بازنگری‌ها و بازرسی‌های فنی ۱۷۱

۱۱-۱ اندازه‌گیری پیشرفت ۱۷۱

۱۱-۲ بازنگری‌های فنی ۱۷۵

۱۱-۴ خلاصه نکات ۱۸۹

فصل دوازدهم - مطالعات مبادله‌ای ۱۹۱

۱۲-۱ فرآیند مهندسی سیستم‌ها و مطالعات مبادله‌ای ۱۹۱

۱۲-۲ فرایند مطالعات مبادله‌ای ۱۹۲

۱۲-۳ خلاصه نکات ۱۹۴

۱۲-الف (متدولوژی منحنی بهره) ۱۹۴

فصل سیزدهم - مدل‌سازی و شبیه‌سازی ۱۹۹

۱۳-۱ معرفی شبیه‌سازی ۱۹۹

۱۳-۲ کلاسهای شبیه‌سازی ۲۰۱

۱۳-۳ سخت‌افزار در مقابل نرم‌افزار ۲۰۶

۱۳-۴ بازیابی، معتبرسازی و به رسمیت شناختن (Validation) ۲۰۶

۱۳-۵ ملاحظات ۲۰۸

۱۳-۶ خلاصه نکات ۲۱۳

فصل چهاردهم - استانداردها ۲۱۵

۱۴-۱ استانداردها در مدیریت ۲۱۵

۱۴-۲ ارزش کسب شده ۲۲۱

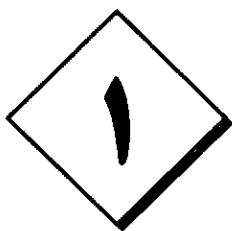
۱۴-۳ استاندارد های فرآیند ۲۲۲

۱۴-۴ خلاصه نکات ۲۲۳

شکل ۱-۱: سه فعالیت مدیریت مهندسی سیستم‌ها.....	۴
شکل ۱-۲: عملیات توسعه.....	۶
شکل ۱-۳: فرآیند مهندسی سیستم‌ها.....	۸
شکل ۱-۴: عملکردهای مقدماتی پروژه.....	۱۱
شکل ۲-۱: ۵۰۰۰ فرآیند کشف بازاریابی شده‌ی وزارت دفاع.....	۱۸
شکل ۲-۲: توسعه تکنولوژی و مفهوم (مرحله‌ی کشف مفهوم).....	۲۳
شکل ۲-۳: توسعه تکنولوژی و مفهوم (مرحله توسعه‌ی پیشرفته اجزا).....	۲۴
شکل ۲-۴: شرح و توسعه سیستم (مرحله یکپارچگی سیستم).....	۲۶
شکل ۲-۵: شرح و توسعه سیستم (مرحله شرح سیستم).....	۲۷
شکل ۲-۶: تولید و استمرار.....	۳۰
شکل ۲-۷: پشتیبانی و دفع.....	۳۱
شکل ۲-۸: اکتساب تکاملی.....	۳۹
شکل ۲-۹: انتشار پله‌ای در داخل بلوک‌های تکاملی.....	۴۲
شکل ۳-۱: فرآیند مهندسی سیستم‌ها.....	۴۹
شکل ۴-۱: نیازمندی‌های عملیاتی - سوالات اساسی.....	۵۶
شکل ۴-۲: ورودیها به تجزیه و تحلیل نیازمندیها.....	۶۰
شکل ۴-۳: حوزه‌های وظیفه‌ای تحلیل نیازمندیها، IEEE.....	۶۷
شکل ۵-۱: تجزیه و تحلیل و تخصیص کارکردی.....	۷۹

- شکل ۵-۲: نمونه معماری کارکردی ۸۱
- شکل ۵-۳: قابلیت شناسایی و ردیابی FFBD (نمودار بلوک جریان عملکردی) ۸۴
- شکل ۵-۴: فرمت دیگرام‌های بلوح جریان کارکردی ۸۶
- شکل ۵-۵: فرمت باکس تعریف یکپارچه برای مدل‌سازی عملکرد (IDEF0) ۸۸
- شکل ۵-۶: نمودار زمینه‌ای سطح بالا ۸۹
- شکل ۵-۷: نمونه نمودار تعریف یکپارچه برای مدل‌سازی عملکرد (IDEF0) ۸۹
- شکل ۵-۸: برگه تجزیه و تحلیل زمانی ۹۱
- شکل ۵-۹: برگه تخصیص نیازمندی‌ها (مثال) ۹۳
- شکل ۶-۱: طرح ترکیبی ۹۷
- شکل ۶-۲: ماتریس فیزیکی/کارکردی ۹۹
- شکل ۶-۳: مثال برگه توصیف مفهوم ۱۰۲
- شکل ۶-۴: مثال بلوک نمودار شماییک (نمودار کلی) ۱۰۴
- شکل ۶-۵: برگه تخصیص نیازمندی‌ها (مثال) ۱۰۶
- شکل ۷-۱: بازیابی و مهندسی سیستم‌ها ۱۰۸
- شکل ۷-۲: فعالیت‌های بازیابی ۱۱۱
- شکل ۷-۳: تست و ارزیابی توسعه‌ای در طول فراگیری و اکتساب سیستم ۱۱۶
- شکل ۷-۴: تست و ارزیابی عملیاتی در طول فراگیری و اکتساب سیستم ۱۱۸
- شکل ۷-۵: مقایسه تست عملیاتی - تست توسعه ۱۱۹
- شکل ۸-۱: مثالی از MIL-HDBK ۱۲۳
- شکل ۸-۲: خصوصیات و سطوح توسعه ۱۲۵
- شکل ۸-۳: انواع خصوصیات ۱۲۷
- شکل ۸-۴: چگونه خصوصیات منجر به اسناد طراحی می‌شود؟ ۱۲۹
- شکل ۸-۵: قواعد کلی برای تهیه سفارشات ۱۳۰
- شکل ۸-۶: مبنای برنامه اکتساب و مبنای پیکربندی ۱۳۲
- شکل ۸-۷: سلسله مراتب خصوصیات ۱۳۶

- شکل ۹-۱: معماری برای جریان ساختار شکست کار (WBS)..... ۱۴۲
- شکل ۹-۲: برنامه ساختار شکست کار - پخش تولید (معماری فیزیکی)..... ۱۴۶
- شکل ۹-۳: ساختار شکست کامل..... ۱۴۷
- شکل ۹-۴: ساختار شکست کار قرارداد..... ۱۴۸
- شکل ۹-۵: ماتریس کنترل ساختار شکست کار..... ۱۴۹
- شکل ۹-۶: دیکشنری شکست کار..... ۱۵۱
- شکل ۱۰-۱: طرح پیشنهادی تغییر مهندسی (ECP) کدهای معرف..... ۱۶۰
- شکل ۱۰-۲: هیت ویژه کنترل پیکربندی..... ۱۶۱
- شکل ۱۱-۱: فرآیند بررسی فنی..... ۱۷۴
- شکل ۱۱-۲: فازبندی مرورهای فنی..... ۱۷۷
- شکل ۱۱-۳: بررسی های فنی سطح سیستم نوعی..... ۱۷۹
- شکل ۱۱-۴: ارتباط رویدادهای مهندسی سیستم با فازهای چرخه عمر اکساب..... ۱۸۰
- شکل ۱۲-۱: فرآیند مطالعه تجاری..... ۱۹۳
- شکل ۱۲-۲: منحنی سودمندی..... ۱۹۵
- شکل ۱۲-۳: نمونه ماتریس تصمیم..... ۱۹۶
- شکل ۱۳-۱: مزایای مدل سازی و شبیه سازی..... ۲۰۰
- شکل ۱۳-۲: بازبینی، اعتبارسنجی و اعتباربخشی..... ۲۱۰
- شکل ۱۳-۳: یک کاربرد یکپارچه قوی از فناوری شبیه سازی..... ۲۱۲
- شکل ۱۴-۱: مفهوم ارزش حاصله..... ۲۲۲
- شکل ۱۴-۲: سنجش عملکرد فنی - مفهوم..... ۲۲۴



موانع نوآوری در سازمان

این فصل بعضی از مفروضات اساسی را بیان می‌دارد که در سراسر این کتاب موجود است. مفاهیم پایه‌ای که در این فصل توصیف شده‌اند، اساسی خواهند بود برای تعریف‌هایی که در ادامه با آنها سروکار خواهیم داشت. در این فصل نظرات و دیدگاه‌های کلیدی در مورد مهندسی سیستم، ارائه شده است که با تعریفی از سیستم آغاز می‌شود.

۱-۱ تعاریف سیستم

یک سیستم به مجموعه‌ای از مولفه‌های به هم وابسته اطلاق می‌شود که در جهت نیل به یک سری اهداف مشترک با هم کار می‌کنند. به بیان ساده یک سیستم مجموعه‌ای یکپارچه از افراد، محصولات و فرآیندهاست که قابلیت ارضای یک نیاز یا هدف را فراهم می‌کنند.

۲-۱ مهندسی سیستم

مهندسی سیستم شامل دو اصل مهم است: محدوده‌ای از دانش فنی که عملیات مهندسی سیستم‌ها درون آن انجام می‌گیرد و مدیریت مهندسی سیستم‌ها. این کتاب به فرآیند مدیریت سیستم‌های مهندسی تأکید می‌کند. بدین منظور پنج تعریف متداول از سیستم‌های مهندسی با شناخته شده‌ترین استاندارد فنی فراهم شده است. این پنج مورد یک چارچوب مشترک دارند:

- یک توالی منطقی از فعالیت‌ها و تصمیماتی که یک نیاز عملیاتی را به توصیفی از پارامترهای عملکرد سیستم تبدیل می‌کند.
- یک نگرش علمی که کلیه فرآیندهای فنی را در برمی‌گیرد و مجموعه‌ای از افراد سیستمی، محصولات و راه‌حل‌های عملیاتی را که ارضاکننده نیازهای مشتریان باشد مورد تحقیق و واری قرار می‌دهد.
- یک نگرش علمی بیان رشته‌ای است که یک راه کار سیستمی متعادل را به منظور ارضای انتظارات مشتریان و دستیابی به مقبولیت عمومی، ایجاد نموده و مورد تحقیق و واری قرار می‌دهد.
- یک دستاورد میان رشته‌ای و ابزاری برای تحقق سیستمهای موفق می‌باشد.
- دستاوردی برای برگرداندن نیازمندیهای علمی به بلوکهای سیستمی اطلاق می‌شود متشکل از پروسه‌ای از بالا به پایین نیازمندیهای تحلیلی، نیازمندیهای کاربردی و اختصاصات، ستر و تاکید طرح و آنالیز و کنترل سیستم است.
- به طور خلاصه، مهندسی سیستم یک فرآیند علمی مدیریت مهندسی است که یک مجموعه منسجم و یکپارچه از راه حل‌های سیستمی را به منظور ارضای نیاز مشتریان، مورد تحقیق و واری قرار می‌دهد.

مدیریت مهندسی سیستم

در اواخر دهه‌ی ۵۰ مهندسی سیستم به عنوان یک رشته‌ی علمی مهندسی مجزا نمو کرد. ارتقای عملکرد سیستمی و قابلیت پیش‌بینی مشکلات پیچیده و