علوم رایانش و فناوری اطلاعات
نشریه علمی انجمن کامپیوتر ایران
مجلد ۱۸، شماره ۲، ۱۳۹۹
صفحات ۱۱۶- ۱۲۶
مقاله عادی

بررسی انواع روش‌های مدل‌سازی تغییرپذیری در خط تولید نرم‌افزار

علیرضا ربیعی[۱*]، الهام فراهانی[۲]

[*] نویسنده مسئول، دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۹، بازنگری: ۱۴۰۰/۰۳/۱۱، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه مجازی ایرانیان، تهران، ایران
[۲] دکتری مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

چکیده

خط تولید نرم‌افزار[۱] رویکردی نوین برای توسعه مجموعه ای از محصولات متنوع با ویژگی‌های متفاوت است که این تنوع ویژگی‌ها در محصولات قابل ارائه، توسط مدل‌های تغییرپذیری نشان داده می‌شود. حوزه خط تولید نرم‌افزار و تغییرپذیری از موضوعات تحقیقاتی گسترده طی چند دهه گذشته بوده است. در این مقاله مطالعاتی که تاکنون در این زمینه انجام شده اند بررسی شده و بر اساس تجزیه و تحلیل و استفاده از نتایج مبتنی بر شواهد تحقیقات، بهترین و پرکابردترین نحوه مدل سازی تغییرپذیری در یک خط تولید نرم‌افزار مشخص می‌گردد. در این راستا 90 مقاله مورد بررسی قرار گرفته شده است. بر اساس تحقیقات انجام شده، مدل‌های تغییر پذیری متعددی وجود دارد که تغییرپذیری در خط تولید نرم افزار را پوشش می‌دهند که از بین آن‌ها "مدل ویژگی[۲]" به عنوان مشهورترین مدل، مطرح می‌باشد و می‌توان آن را به عنوان یک مدل مناسب برای نمایش تغییرپذیری، به ویژه برای توسعه‌دهندگان و محققان در نظر گرفت.

کلمات کلیدی: خط تولید نرم‌افزار، تغییرپذیری، مدل‌سازی تغییرپذیری، ویژگی، مدل ویژگی

۱- مقدمه

مهندسی خط تولید نرم‌افزار به توسعه مجموعه ای از محصولات از مجموعه دارایی-های قابل استفاده مجدد با یک معماری مشترک و یک برنامه از پیش تعریف شده اطلاق می‌شود [۳،۲،۱]. محصولات خط تولید نرم‌افزار می‌تواند انواع سیستم‌های نرم‌افزاری مانند سیستم‌های جاسازی شده، محصولات نرم‌افزاری یا خدمات دیجیتال باشد. خط تولید نرم‌افزار به یک وسیله مهم و محبوب برای افزایش کیفیت، پشتیبانی از استفاده مجدد و بدست آوردن کارآمد انواع مختلف محصول تبدیل شده است. امروزه مدیریت تنوع به یک نگرانی اصلی در خط تولید نرم‌افزار تبدیل شده است[۴].

تغییرپذیری به عنوان توانایی یک سیستم نرم‌افزاری یا هر مصنوعی برای گسترش، تغییر، سفارشی سازی یا پیکربندی برای استفاده در یک زمینه خاص تعریف می‌شود [۶،۵]. تغییرپذیری در یک مدل تغییرپذیری نرم‌افزاری شرح داده می‌شود، که ما به طور گسترده از آن برای اشاره به هر نوع تغییرپذیری انتزاعی مصنوعات یا مستندات استفاده می‌کنیم. به عنوان مثال، یک مدل ویژگی در [۷] احتمالاً اولین و مشهورترین نمونه از یک مدل تغییرپذیری اختصاصی است، اما مدل‌های تغییرپذیری اختصاصی مشابه دیگری نیز وجود دارد، مانند مدل‌های تغییرپذیری موجود توسط UML[۳].

هدف ما جمع آوری شواهد تجربی از نتایج تحقیق در این زمینه می‌باشد. بنابراین، ما یک مطالعه روی تحقیقات مرتبط انجام دادیم.

در این مقاله، ما سه سوال تحقیقاتی را به شرح زیر مطرح کردیم:

- سوال شماره یک : تغییرپذیری نرم‌افزار چگونه مدل‌سازی می‌شود؟
- سوال شماره دو : چه نوع مدل‌های تغییرپذیری نرم‌افزار وجود دارد؟
- سوال شماره سه :چه مستنداتی برای مدل‌های تغییرپذیری نرم‌افزار ارائه شده است؟

این سوال‌های تحقیق بر روی مدل‌های تغییرپذیری متمرکز است، که ما آن‌ها را به عنوان موضوع خاص مطالعه خود انتخاب کردیم. به همین دلیل ما تصمیم گرفتیم یک بررسی را برای مدل‌های تغییرپذیری انجام دهیم، تا یک نمای کلی گسترده تر از مدل‌های تغییرپذیری در طول مراحل زیرمجموعه و چرخه حیات سیستم داشته باشیم.

این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. بخش ۲ تغییرپذیری و انواع مدل‌های تغییرپذیری در خط تولید نرم‌افزار را توصیف می‌کند و سوالات تحقیق و روش تحقیق را معرفی می‌کند. در بخش ۳ انواع مدل‌های تغییرپذیری بررسی می‌شوند. بخش ۴ نشان دهنده داده‌های کاملی است که ما برای سوال‌های تحقیق استخراج کرده ایم و به سوالات تحقیق پاسخ داده می‌شود. نهایتاً در بخش ۵ جمع‌بندی ارائه می‌شود.

۲- تغییرپذیری در خط تولید نرم‌افزار

یکی از اهداف و مزایای خط تولید نرم‌افزار سفارشی سازی انبوه است. سفارشی سازی انبوه با شناسایی و مدیریت مشترکات و تغییرات در مجموعه ای از محصولات از جمله نیازها، معماری، اجزا و موارد آزمایش به دست می‌آید. در خط تولید نرم‌افزار، هنگامی که ویژگی‌های متداول و متغیر برنامه‌های خط تولید نرم‌افزار شناسایی می‌شوند، در فرآیند فرعی مدیریت محصول، تغییرپذیری ایجاد می‌شود [۱].

مدیریت تغییرپذیری مجموعه فعالیتهایی است که نمایانگر تغییرپذیری در محصولات نرم‌افزاری در طول چرخه حیات است، وابستگی‌ها را در بین متغیرهای مختلف مدیریت می‌کند و از نمونه برداری از آن متغیرها پشتیبانی می‌کند [۱]. به طور کلی، شناسایی و مدیریت متغیرهای سیستماتیک در بین سیستم‌های مختلف خانواده وظیفه اساسی خط تولید نرم‌افزار است که آن را از سایر روش‌های توسعه نرم‌افزار مبتنی بر استفاده مجدد متمایز می‌کند.

مدیریت تغییر پذیری باید توسط رویکردها، تکنیک‌ها و ابزارهای مناسب پشتیبانی شود. برای این منظور، رویکردهای متنوعی مانند FODA (تجزیه و تحلیل دامنه ویژگی گرا) [۸]، Koala (مدل کامپوننت و زبان توصیف معماری [۹]، Kobra (بر اساس مولفه) [۱۰] ، Halmans (توسعه یافته از نمودار استفاده) [۱۱]، Bachmann (مدل تغییرپذیری Orthogonal) [۱۲] ، Krueger (براساس پیکربندی، در سطح سیستم پرونده کار میکنند) [۱۳]و غیره ارائه شده است. هر یک از این رویکردها اهداف، فلسفه طراحی رویکرد و تکنیک‌های مدل‌سازی تغییرپذیری و پشتیبانی فرایند کاملاً متفاوتی دارند.

به طور کلی مدل سازی تغییرپذیری مبحث اصلی در مدیریت تغییرپذیری است و تاکنون انواع مختلف مدل‌های تغییرپذیری ایجاد شده اند که در ادامه به مهمترین آن‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱- انواع مدل‌های تغییرپذیری

▪ مهندسی مبتنی بر مدل[۴]

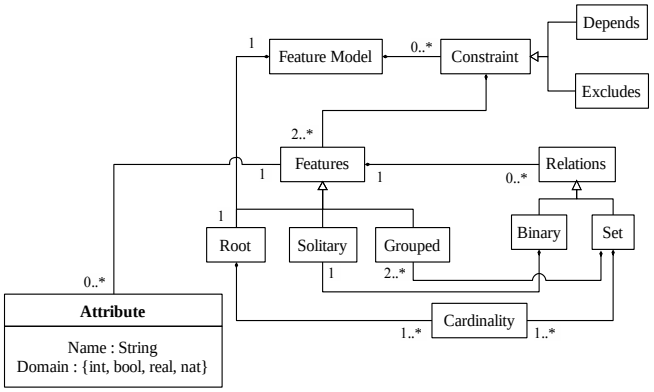
محبوبیت زبان‌های مدل سازی ویژگی و ابزارهای پشتیبانی آن‌ها و تنوع مدل سازی در SPL بسیار مفید به اثبات رسیده است. از مدل‌سازی برای انجام انواع محاسبات در مدل‌های متغیر، برای اهداف مختلفی مانند اعتبار سنجی سازگاری مدل-ها، ترکیب اتوماتیک یا تجزیه مدل‌های تغییرپذیری ، تولید مدل‌های جدید مصنوعات (به عنوان مثال ، آزمایشات) ، و البته مشتق شده از محصول سخت استفاده شده است. این کاربردهای مدل‌های تغییرپذیری مستلزم آن است که دیگر غیررسمی نباشند و زبانی که برای توصیف آن‌ها استفاده می‌شود یک نحو انتزاعی (یعنی متامدل) و معناشناسی کاملاً مشخص داشته باشد. مهندسی مبتنی بر مدل (MDE) این امکان را فراهم می‌کند که مجموعه ای از ابزارها برای پردازش مدل‌های تغییرپذیری ، یا ابزارهای اندومورفیک ، مدل‌های تغییرپذیری پردازش به صورت خودکار ، برای اعتبار سنجی (سازگاری خود) یا اهداف ترکیب / تجزیه ، یا ابزارهای برون ریزی به راحتی اجرا شوند. است ، تولید محصولات دیگر از مدل‌های تغییرپذیری، مانند محصولات نرم افزاری سخت یا موارد آزمایش. [۴۸]

▪ مدل ویژگی

در توسعه نرم افزار ، یک مدل ویژگی نمایشی خلاصه و شکیل از کلیه محصولات خط تولید نرم افزار (SPL) از نظر "ویژگی‌ها" است. مدل‌های ویژگی بصورت بصری با استفاده از نمودارهای ویژگی نشان داده می‌شوند. مدل‌های ویژگی در کل فرآیند توسعه خط تولید به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند و معمولاً به عنوان ورودی برای تولید دارایی‌های دیگر مانند اسناد ، تعریف معماری یا قطعات کد استفاده می‌شوند.

SPL خانواده برنامه‌های مرتبط است. هنگامی که واحدهای ساخت برنامه ویژگی هستند - افزایش عملکرد یا توسعه برنامه - هر برنامه در SPL با ترکیبی منحصر به فرد و قانونی از ویژگی‌ها مشخص می‌شود و بالعکس.

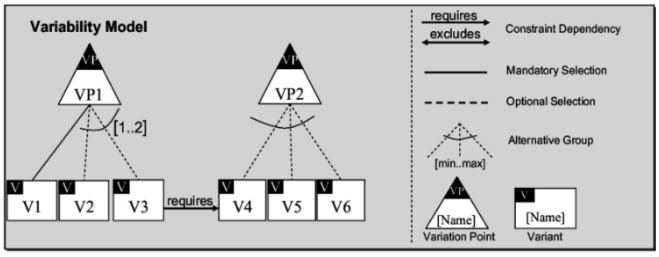
مدل‌های ویژگی برای اولین بار در سال ۲۰۰۶ توسط روش کانگ در روش تحلیل دامنه ویژگی گرا (FODA) معرفی شدند. [۸] از آن زمان ، مدل سازی ویژگی توسط جامعه خط تولید نرم افزار به طور گسترده ای پذیرفته شده و بهبودهای بیشماری پیشنهاد شده است. شکل ۱ متامدل مدل ویژگی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: متامدل مدل ویژگی‌ها[۸]

▪ مدل تغییرپذیری اورتوگونال[۵]

مدل سازی تغییرپذیری متعامد (OVM) یکی از رویکردهای مدل سازی تغییرپذیری در خط تولید نرم افزار است. نمودارهای OVM حاوی موارد ساده بسیاری مانند شکل Variation Point (VP) یا نقطه تغییر است که نمایانگر ویژگی‌های تغییرپذیری در مدل ویژگی و همچنین حاوی Variant simple (V) است. اولین قدم بدست آوردن مدل اورتوگونال از یک مدل ویژگی خاص است. مدل ویژگی شامل هر دو ویژگی مشترک و متغیر SPL است. ویژگی‌های مشترک آن‌هایی هستند که بخشی از تمام محصولات را در یک SPL تشکیل می‌دهند و ویژگی‌های متغیر آن‌هایی هستند که بخشی از برخی محصولات را تشکیل می‌دهند. با این حال، OVM فقط تنوع یک SPL را مستند می‌کند. بنابراین ، برای تبدیل مدل ویژگی به OVM، لازم است که هر تنوع نمایش داده شده در مدل ویژگی به یک نقطه تغییر در OVM تبدیل شود.[۵]



شکل ۲ : نمودار مدل سازی تغییرپذیری متعامد [۵]

▪ مدل تصمیم گیری[۶]

مدل‌سازی تغییرپذیری سیستم‌های نرم افزاری شامل مدل‌سازی فضای مسئله (به عنوان مثال ، نیازهای ذینفعان یا ویژگی‌های مورد نظر) و فضای راه حل (به عنوان مثال ، معماری و اجزای راه حل فنی) است. زبان مدل سازی تغییرپذیری تصمیم گیری با استفاده از تصمیمات و فضای حل و دارایی‌ها از مدل سازی فضای مسئله پشتیبانی می‌کند.

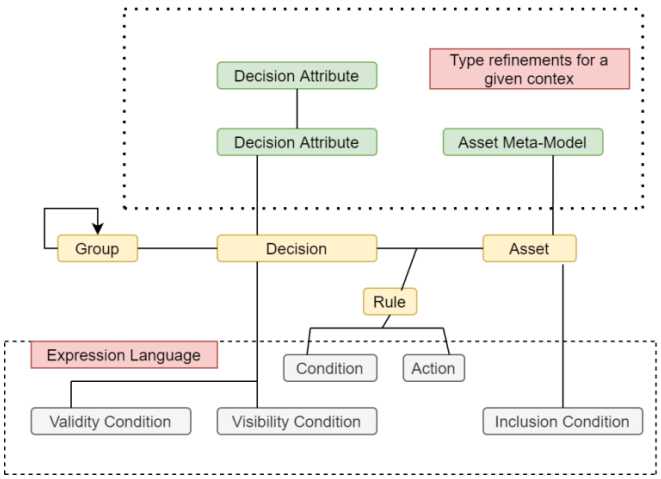
ساختارهای اساسی برای مدل سازی تغییرپذیری با استفاده از DM در شکل ۳ نشان داده شده است. یک مدل تغییرپذیری مجموعه ای از تصمیمات ، دارایی‌ها و قوانین است. تصمیمات را می‌توان به صورت گروهی سازمان داد. وابستگی بین تصمیمات با استفاده از شرایط رویت و شرایط اعتبار بیان می‌شود. وابستگی در بین دارایی‌ها و تصمیمات با استفاده از شرایط ورود ایجاد می‌شود.

شرایط دید ، شرایط اعتبار و شرایط ورود عبارتهای بولی هستند. قوانینی با محدودیت‌هایی مقایسه می‌شوند که اطمینان حاصل کنند همیشه شرایط خاصی وجود دارد.

مدل‌های تغییرپذیری خط تولید که با استفاده از DM ساخته شده اند به گونه ای ساخته شده اند که می‌توانند برای فرایندهای تولید کاملاً خودکار محصول استفاده شوند. ساختار مدل‌های تصمیم گیری و مفاهیم استفاده شده برای آن شباهت زیادی به رویکردهای مدل سازی فرآیند دارند. به عنوان مثال: (i) از شرایط دید برای تشخیص بین تصمیمات مربوط به کاربر و تصمیماتی که مربوط نیستند استفاده می‌شود. این کاربر را از طریق یک فرآیند اشتقاق محصول راهنمایی می‌کند.

(ii) ویژگی‌های تصمیم گیری مانند سوال‌ها ، توضیحات و تصاویر برای انتقال تصمیمات به کاربر استفاده می‌شود.

(iii) قوانین برای اطمینان از سازگاری رویه تصمیم گیری به طور خودکار اجرا می‌شوند.[۴۸]



شکل ۳ : نمودار مدل سازی تغییرپذیری تصمیم گیری[۴۸]

▪ مدل موارد استفاده[۷]

نمودار موارد استفاده(use case) از UML شکل اصلی نیازهای سیستم / نرم افزار برای یک برنامه نرم افزاری جدید که توسعه نیافته است را مشخص می‌کند. موارد استفاده رفتار مورد انتظار (چه) را مشخص می‌کند و روش دقیق وقوع آن را مشخص نمی‌کند (چگونه). موارد استفاده را پس از مشخص شدن ، می‌توان هم به صورت متنی و هم به صورت تصویری نشان داد (به عنوان مثال نمودار موارد استفاده). یک مفهوم کلیدی از مدل سازی موارد استفاده این است که به ما در طراحی یک سیستم از دید کاربر نهایی کمک می‌کند. این یک روش موثر برای برقراری ارتباط رفتار سیستم از نظر کاربر با تعیین تمام رفتار سیستم است که از خارج قابل مشاهده است. [۱۵]

▪ SRC[۸]

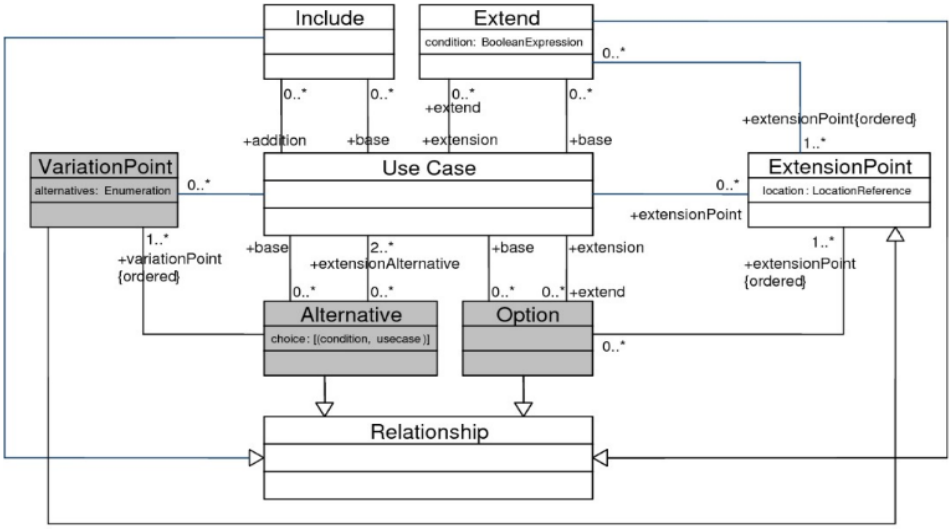
رویکرد مهندسی خط تولید نرم افزار (SPL) مبتنی بر توسعه روش و استفاده مجدد از دارایی‌های اصلی نرم افزار برای مجموعه ای از برنامه‌های نرم افزاری مرتبط در یک دامنه است. در ابتدا ، در یک رویکرد فعال ، دامنه محصولات نرم افزاری محدود می‌شود و ویژگی‌های متغیر و مشترک بین محصولات در یک مدل تغییرپذیری ، معمولاً در یک مدل ویژگی (FM) مدل سازی می‌شوند. سپس ، این ویژگی‌ها در دارایی‌های اصلی مختلف ، مانند سطح کد ، که به عنوان دارایی‌های کد اصلی شناخته می‌شوند ، تحقق می‌یابند. برای تحقق پذیری در دارایی‌های کد اصلی ، تکنیک‌های مختلفی برای اجرای تغییرپذیری در دسترس است. هنگامی که از تکنیک‌های سنتی مانند وراثت ، الگوهای طراحی استفاده می‌شود ، اساساً کد از نظر ویژگی‌ها در سطح دامنه شکل نمی‌گیرد ، بنابراین در مدیریت تغییرپذیری در سطح کد مانع ایجاد می‌شود. SRC تکنیکی برای مدل سازی ، ردیابی و بررسی سازگاری تغییرپذیری پیاده سازی شده در دارایی‌های کد اصلی در طول مهندسی خط تولید نرم‌افزار است.[۴۱]

۳- داده‌های گردآوری شده در مورد سوال‌های تحقیق

این بخش اطلاعات اساسی در مورد سوالات تحقیق را ارائه می‌دهد. لیست کامل مقالات مورد بررسی در جدول ضمیمه مقاله آمده است. مقالات با نام S1-S90 شناخته می‌شوند. در چند مورد مقاله، حداقل تا حدودی همان نویسندگان فعالیت قبلی خود را انجام دادند. S13 تجزیه و تحلیل را برای مجموعه مطالعات اولیه S11 گسترش داده است و S30 و S8 جستجوهای قبلی را برای سالهای اخیر برای همان سوالات تحقیق گسترش می‌دهد. S76 مقاله S75 را گسترش می‌دهد و S61 مقاله S2 را با جستجوی پیشرفته و سوالات تحقیق اضافی گسترش می‌دهد. به نظر می‌رسد که S37 مقاله S44 را گسترش می‌دهد، به عنوان مثال، با سوالات تحقیق ، جستجوها و تجزیه و تحلیل‌ها، جزئیات کمی در مورد بسط احتمالی آورده شده است. با این حال، ما این بسطها را از مجموعه نهایی مقالات مورد بررسی حذف نمی‌کنیم.

۳-۱- داده‌ها در مورد سوال تحقیق شماره یک: مدل‌های تغییرپذیری

مدل‌های تغییرپذیری تحت پوشش هر یک از ۹۰ مقاله حاوی مدل‌های تغییرپذیری در جداول ۱ ارائه شده است. در جدول ۱، ما مدل‌های تغییرپذیری را در 7 گروه گروه بندی کردیم که نشان داده شده است تا تجزیه و تحلیل را تسهیل کند. این گروه‌ها با گروه بندی مدل‌های تغییرپذیری مشابه ظهور کردند. به عنوان مثال، انواع مختلف مدل‌های مبتنی بر ویژگی همه تحت "FM" گروه بندی شدند. به همین ترتیب، ما گروه‌های تعمیم یافته ای ایجاد کردیم، مانند مورد "Orthogonal"، که انواع مختلفی از مدل‌های متعامد را به آن‌ها اختصاص دادیم. ما همچنین به دنبال مدل‌های تغییرپذیری هستیم که در چندین مقاله وجود دارد تا گروهی را برای خود تشکیل دهند. به عنوان مثال، علی رغم این واقعیت که موارد استفاده را می‌توان بخشی از UML دانست، "Use case" گروهی را برای خود تشکیل داد، در حالی که سایر مدل‌های مبتنی بر UML تحت "UML" گروه بندی شدند. گروه "سایر" از مدل‌های تغییرپذیری جداگانه و منحصر به فرد باقیمانده تشکیل شده است که در بیش از دو مقاله ظاهر نشده اند و مدل‌هایی که جزئیات کافی برای آن‌ها داده نشده است.



شکل ۴ : نمودار مدل سازی موارد استفاده [۱۵]

جدول ۱ : گروه بندی مدل‌های تغییرپذیری بر اساس تعداد تکرار در مرورهای سیستماتیک

گروه	توضیحات	تعداد مرورهای سیستماتیک	میانگین%
FM	به صورت نمودار درختی و سایر مدل‌های مبتنی بر ویژگی	۳۴	۳۸
Orthogonal	مدل‌های تغییرپذیری متعامد، به عنوان مثال CVL و OMV	۱۴	۱۶
DM	مدل‌های تصمیم گیری	۶	۷
MDE	مهندسی مدل محور شامل زبان‌های خاص دامنه (DSL)	۸	۹
SRC	تکنیک‌های سطح کد منبع	۷	۸
Use Case	موارد استفاده -تخصص تغییرپذیری یا سازگاری	۵	۶
Other	سایر روشها	۱۶	۱۸

سرانجام، ما به دنبال مدل بودیم، اما برخی از مقالات شامل تکنیک‌های سطح کد منبع مانند جنبه‌های (S13) هستند که گروه "SRC" (کد منبع) را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این، جدول ۱ شرح مختصری، تعداد مقاله در هر گروه، سطح پشتیبانی متوسط ("میانگین٪") را نشان می‌دهد.

گروه‌های مدل تغییرپذیری در جدول ۱ به دو کلاس تقسیم می‌شوند. اول، سه گروه ("FM"،"DM"و"Orthogonal") مدل‌های تغییرپذیری اختصاصی را نشان می‌دهند که مستقل از مدل‌های موجود هستند و سازه‌های خاص تغییرپذیری را پیشنهاد می‌دهند. گروه "FM" به ویژگی‌های اصلی متکی هستند و در درجه اول بر ویژگی‌های مربوط به تغییرپذیر بودن متمرکز هستند.

گروه "DM" براساس مدل تصمیماتی است که برای حل تغییرپذیری باید اتخاذ شود. گروه "Orthogonal" مجموعه ای از ساختارها را برای یک مدل تغییرپذیری اختصاصی فراهم می‌کند. با این حال، مدل‌های تغییرپذیری متعامد در مورد مدل پایه نادان هستند، بنابراین هر مدل نرم‌افزاری می‌تواند یک مدل پایه باشد.

دوم، بقیه گروه‌ها به مدل‌های موجود نرم‌افزار که با اطلاعات تغییرپذیری سازگار یا گسترش یافته اند اعتماد می‌کنند. به عنوان مثال، آیتمهای تغییرپذیری برای UML مشخص شده اند، یا از زبان طبیعی ساختار یافته برای تغییرپذیری خاص برای نیازهای متنی یا موارد استفاده استفاده می‌شود.

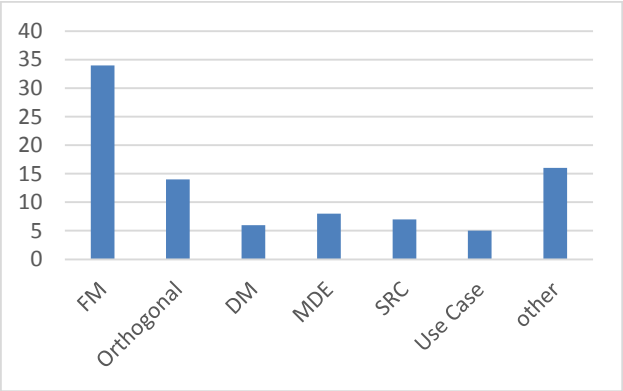
در آخر، ما مدل‌های تغییرپذیری را با عناوین ارائه شده در سوال تحقیق شماره یک مقایسه کردیم.

۳-۲- داده‌ها در مورد سوال تحقیق شماره دو: شواهدی در مورد مدل‌های تغییرپذیری

در جدول ۲، مقالات مورد مطالعه بر اساس شواهد و کابردهای مشاهده شده در مقالات دسته بندی شده اند.

جدول ۲: نگاشت سطح شواهد در مرورهای سیستماتیک در مورد مدل‌های تغییرپذیری

شواهد اصلی	سطح شواهد	ID
تنظیمات صنعتی با پزشکان	L5	S3
تنظیمات صنعتی با محققان	L4	
ارزیابی محققان	L2	
نمونه	L2	S19
بدون مدرک	L1	
فقط شامل رویه‌های صنعتی است	L6	S22
آزمایش صنعتی	L5	S30
آزمایش دانشگاهی	L4	
نمونه	L2	
بدون مدرک	L1	
تحقیق اعتبارسنجی	L5	S50
تحقیق ارزیابی	L4	
پیشنهاد راه حل	L2	
ارزیابی صنعت	L5	S51
متن باز یا دانشگاهی	L4	
تولید شده	L2	
صنعتی	L5	S56
غیر صنعتی	L4	



شکل ۵: نمودار تعداد مقالات شامل هر یک از گروه‌های مدل تغییرپذیری

۳-۳-تجزیه و تحلیل سوال تحقیق شماره ۲: مدل‌های تغییرپذیری

ما ده‌ها مدل تغییرپذیری منحصر به فرد را از ۹۰ مقاله که یک مدل تغییرپذیری را گزارش کرده اند، شناسایی کردیم (جدول ۱). در حالی که برخی از مدل‌های تغییرپذیری به وضوح متفاوت بودند، علاوه بر این، بسیاری از تجدید نظرهای جزئی، مانند نمایش‌های مختلف یا الحاقات برای یک مدل ویژگی، وجود دارد. در حقیقت، به نظر می‌رسد بسیاری از تحقیقات در مورد مدل‌های تغییرپذیری درباره ارائه مدل‌های تغییرپذیری جدید یا اصلاح شده باشد. جداسازی تمام اختلافات جزئی منجر به مجموعه ای حتی بزرگتر از مدل‌های تغییرپذیری می‌شود. با توجه به تعداد زیاد مدل‌ها، برخی از آن‌ها تفاوت‌های بسیار کمی دارند، ما یک گروه معنی دارتر از مدل‌های تغییرپذیری ارائه می‌دهیم. این تنوع بیشتر با این واقعیت مشهود است که گروه "Other" دومین گروه شایع است، که در ۱۶ تحقیق ظاهر می‌شود (نمودار۱)، دارای دومین سطح میانگین ۱۸٪، اگرچه برخی از مدل‌های تغییرپذیری به اندازه کافی توصیف نشده اند تا به اندازه کافی ارزیابی شوند.با این حال، یک مدل ویژگی به وضوح متداول ترین مدل تغییرپذیری است (نمودار۱). گروه "FM" همچنین با داشتن ۳۴ مطالعه در میان مدل‌های مختلف تنوع برجسته است، در حالی که تعداد مطالعات در بزرگترین گروههای بعدی، " Orthogonal" و "Uml (Use Case) "، به ترتیب ۱۴ و ۵ است. حتی در میان گروه‌های مختلف، گروه "FM" در بیشتر (۳۴) از تحقیق‌ها ذکر شده است. از میان پنج مقاله که گروه "FM" را شامل نمی‌شوند، S47 مربوط به ارزیابی معماری است که بیشتر براساس روش‌های مبتنی بر سناریو موجود است، S82 بر روی مدل معماری و S50 فقط در موارد استفاده به عنوان مدل‌های تغییرپذیری تمرکز دارد. دو تحقیق باقیمانده (S15,S36) هیچ چیزی برای گروه "FM" پیدا نکردند حتی اگر موضوعات محدودیتی نداشته باشند. حتی در تحقیق‌ها، گروه "FM" غالب است، زیرا سطح میانگین به طور متوسط ۳۸٪ است.

بعلاوه، UML بعنوان یکی دیگر از مدل‌های تنوعی که اغلب به خودی خود ظاهر می‌شود و به صورت گروهی برجسته است، خصوصاً اگر گروه «Use case» بخشی از UML در نظر گرفته شود. اگرچه UML از چندین نمودار مختلف مانند نمودارهای کلاس و توالی تشکیل شده است، اما گروه "UML" در مقایسه با هر گروه دیگری غیر از گروه "FM" هنوز کاملاً دقیق تعریف شده است. در حقیقت، سایر گروه‌هایی که معمولاً ظاهر می‌شوند - مانند زبان طبیعی و مدل‌های رسمی بدون جزئیات بیشتر - گروههای نسبتاً کلی هستند تا مدل‌های خاص.

به نظر نمی‌رسد جدا از گروه "FM"، مدل‌های تغییرپذیری اختصاصی به خصوص معمول باشند. اگرچه گروه "Orthogonal" در۱۴ تحقیق مطرح شده است، اما سطح میانگین متوسط پایین است (۱۶٪). گروه "DM" در تحقیق‌های اولیه شایعتر است اما به ندرت و فقط با چند مطالعه اولیه در تحقیق‌های اخیر مورد بررسی قرار گرفته است، و در نتیجه سطح میانگین متوسط ۷٪ و در کل ۶ مطالعه اولیه است.

سه گروه خاص از برنامه‌های افزودنی و سازگاری وجود دارد و بیشتر این گروه‌ها توسط چندین مقاله پرداخته می‌شوند. به غیر از گروه "Use case"، سطح میانگین این گروه‌ها به طور متوسط ۱۰-۶٪ با انحراف معیارهای کاملاً مشابه است. در نتیجه، این گروهها بطور مداوم ظاهر می‌شوند، حتی اگر سطح میانگین آن‌ها نشان دهنده محبوبیت خاص آن‌ها نباشد.

مدل‌های تغییرپذیری استخراج شده، موضوعات مختلف خط تولید نرم‌افزار و به همین ترتیب، مراحل چرخه زندگی و فعالیت‌های توسعه خط تولید نرم‌افزار را به طور گسترده ای پوشش می‌دهد. یعنی از مباحث مشخص شده در سوال تحقیق شماره یک، سایر مباحث به غیر از «مدل فرایند» پوشش داده می‌شوند و روشهای تحقیق فقط توسط یک مقاله پوشش داده می‌شوند. با این حال، یک مدل تغییرپذیری به ویژه برای هر یک از این دو موضوع مرتبط نیست. به طور کلی، سطح میانگین از مدل‌های تغییرپذیری در هر مبحث تقریباً از میانگین کلی جدول ۱ پیروی می‌کند. با این حال، برخی از استثناها در میانگین‌ها وجود دارد زیرا یک مدل خاص موضوع برای پوشش دادن تنوع سازگار یا گسترش یافته است، مانند موارد استفاده برای مهندسی نیازها. گروه "FM"، به طور کلی، برای هر مبحث مساوی است.

در نتیجه، به نظر می‌رسد عدم اطمینان در مورد امکان استفاده از برخی از مدل‌های تغییرپذیری موجود برای بیان تنوع به عنوان یک پدیده در بیشتر زمینه-ها وجود دارد و انتخاب و شناسایی تفاوت بین مدل‌های مختلف تغییرپذیری یک چالش است. به نظر می‌رسد نیازهای عملی و استفاده از مدل سازی تغییر پذیری، و همچنین مقایسه و تحلیل مطالعات، به موقع تر از هر مدل اضافی تغییرپذیری جدید به خودی خود باشد.

نتایج ما شباهت‌هایی با نتایج مرورهای سیستماتیک دارند که بر تغییرپذیری متمرکز هستند. با این حال، S13 به طور قابل توجهی کمتر مدل را شناسایی می-کند و UML را تقریباً به همان اندازه مدل سازی ویژگی می‌داند. S18 پنج دسته انتزاعی را بر اساس نمونه معرفی می‌کند. فقط یک نمونه مطالعه در هر گروه و ایده‌های اصلی آن نشان داده شده است، اما سطح میانگین فراتر از نمونه ارائه نمی‌شود. در نتیجه، طیف وسیع‌تری از مدل‌های تغییرپذیری با تجزیه و تحلیل این مطالعه عالی جذب می‌شود، و تجزیه و تحلیل مدل‌های تغییرپذیری با توجه به موضوعات مختلف نیز ارائه می‌شود.

۳-۴- تجزیه و تحلیل سوال تحقیق شماره ۳: شواهدی در مورد مدل‌های تغییرپذیری

تعریف سطح شواهد: در این مطالعه، سطح شواهد را از L1 (ضعیف) به L6 (قوی ترین) متمایز نموده‌ایم. سطح L1 فاقد شواهد است.L2 شواهد اثباتی ؛L3 نظرات متخصصین ، مشاهدات ؛ L4 مطالعات علمی؛ L5 مطالعات صنعتی؛ وL6 شواهد صنعتی را شامل می‌شوند.

شواهد قابل شناسایی در مورد مدل‌های تغییر پذیری از نظر تعداد کم است. از ۹۰ مقاله مروری، مدل‌های تغییرپذیری در تمامی مقالات یافت می‌شود. با این حال، فقط ۹ تحقیق گزارش شده است به گونه ای که مدل‌های تغییرپذیری را با شواهد به روشی قابل پیگیری برای یک مطالعه عالی ارائه می‌دهد. با این حال، همانطور که در بالا در سوال تحقیق شماره ۲ استدلال شد، تحقیق شواهد کمی را گزارش می‌کند که به صورت گذرا بر شواهد یافت شده از مدل‌های تغییر پذیری منعکس می‌شود. به دلیل تعداد کم مطالعات اولیه که شواهدی را برای مدل‌های تغییرپذیری ارائه می‌دهند، بازرسی شواهد با جزئیات بیشتر و تمرکز بر کاربردهای عملی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

مدل‌های تغییرپذیری فقط مطالعات اولیه ای را که شواهد تجربی استفاده واقعی صنعتی (L6) را ارائه می‌دهند، جدا کرده اند. بیشترین شواهد مورد استفاده از مدل‌های تغییرپذیری در زمینه صنعتی برای گروه "FM" بوده است. S22، که به طور خاص در یافتن کاربردهای عملی نمودارهای ویژگی متمرکز است، ۱۱ مورد از ۱۲ مطالعه اولیه را که به عنوان L6 طبقه بندی شده اند، ارائه می‌دهد. با این حال، دو مورد از این مطالعات اولیه در مورد کاربردهای ناموفق است و سه مورد از این نظر فرضی باقی مانده اند که می‌توان یک مدل ویژگی را در شرایط به کار برد. به نظر نمی‌رسد که شواهد نیز در حال بلوغ باشد، زیرا تحقیق‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ بهترین شواهد صنعتی را برای "FM" نشان می‌دهد تا شواهد اخیر. پشتیبانی L6 همچنین برای گروه‌های "رسمی"، "SA"،"Use case" و "Unspecified" که هر کدام فقط یک مطالعه مقدماتی پشتیبانی دارند و گروه "Other" که دارای دو مطالعه مقدماتی پشتیبانی هستند، نیز در دسترس است. پنج مورد از این موارد در S1 گزارش شده و دو مورد دیگر در S36 گزارش شده اند. در پایان، فقط سه تحقیق شواهد را در سطح L6 گزارش کردند.

سطح شواهد L5 نیز براساس مطالعات صنعتی استوار است، اما به نظر می‌رسد این مطالعات صنعتی معمولاً به معنای نوعی آزمایش یا آزمایشات غیررسمی مانند آزمایش‌های امکان سنجی است که در بهترین حالت و نه در استفاده واقعی، در یک محیط تقریباً واقع بینانه انجام می‌شود. با این وجود، شواهد بیشتری برای L5 نسبت به L6 وجود دارد و فقط گروه‌های "MDE" و "Orthogonal" فاقد شواهد در سطح L5 و L6 هستند. استفاده صنعتی همچنین می‌تواند در سطح L3 توسط "نظرات خبره" مشهود شود.. شواهد در مورد سطح L3 به طور معمول حتی در مورد L6 کمیاب هستند و بیشتر از S1 نشات میگیرند.

سطح شواهد باقی مانده شامل تنظیمات صنعتی واقعی نیست. بنابراین، تجزیه و تحلیل دقیق تر بین L2 و L4 منطقی به نظر نمی‌رسد. علاوه بر این، تمایز بین L2 و L4 همیشه به نظر نمی‌رسد بین تحقیق‌ها بدون ابهام یا سازگار باشد. چندین مقاله دارای مطالعات اولیه بدون مدرک (L1) هستند، و هنگام در نظر گرفتن تعداد مطالعات اولیه، فقط گروه "رسمی" دارای درصد سطح پشتیبانی قابل توجهی هستند. با این حال، به جای شواهد مربوط به استفاده، می‌توان گروه "رسمی" را ارائه داد، به عنوان مثال، فرمالیسم یا اثبات‌هایی که شایستگی کمی در سطح شواهد دارند.

به طور خلاصه، شواهد مربوط به مدل‌های تغییرپذیری، به ویژه در تنظیمات عملی، از نظر عددی کمیاب است. به طور خاص ، اگر کیفیت و تعداد کل مطالعات اولیه در نظر گرفته شود، علیرغم محبوبیت موضوع و مورد علاقه بودن قابل توجه تحقیق، شواهد موجود در گروه 'FM' به وضوح بهتر از سایر مدل های تنوع نیست.

وضعیت شواهد ممکن است دلایل مختلفی داشته باشد. اولاً، به نظر می‌رسد تحقیق‌ها معمولاً روی موضوعات تمرکز دارند یا به روشی انجام می‌شوند که منجر به تأکید زیادی بر روی پیشنهادات راه حل می‌شود نه تمرکز ویژه بر مطالعات مربوط به روشهای صنعتی موجود گزارش شده، به عنوان مثال، گزارش تجربه، نظرسنجی‌ها یا موارد مطالعات در مورد مدیریت تغییرپذیری در حقیقت، بیشترین بهترین شواهد در دو تحقیق ۱ و ۲۲ ارائه شده است.

دوم، ممکن است که تعداد کمی از مطالعات اولیه در واقع تنوع مطالعه را در تنظیمات عملی انجام دهند، همانطور که تحقیق‌ها به طور خاص بر تجربه صنعتی تمرکز دارند. در عوض، تحقیقات در مطالعات اولیه مربوط به مدل‌های تغییرپذیری به عنوان پروپوزال‌های تحقیقاتی است که شواهدی از پذیرش صنعتی گسترده تر ندارند، که بعداً در تحقیق‌ها منعکس می‌شود. برخی از مدل‌های تغییرپذیری در محیط‌های صنعتی آزمایش شده است، اما شواهد در مورد استفاده از روش‌های صنعتی گسترده تر و عمل کمیاب است. اگرچه تحقیقاتی انجام شده است، به ویژه برای برخی از مدل‌های تغییرپذیری - تا حدی که به نظر می‌رسد مدل‌های تغییرپذیری به حدی رسیده اند که می‌توان تصویب صنعتی گسترده تری را در آن انجام داد - شواهد متقاعد کننده ای در مورد انتقال مدل‌های تغییرپذیری پیشنهادی به شیوه‌های گسترده تر صنعتی وجود ندارد. به طور خاص، محبوبیت گروه "FM" نشان می‌دهد که بیشتر پیشنهادهای راه حل بر اساس مدل‌های ویژگی است که معمولاً در مطالعات دانشگاهی یافت می‌شود که تنوع را به عنوان یک پدیده کشف می‌کنند.

ثالثاً، به نظر می‌رسد به دلیل این تمرکزها اینست که مطالعات اولیه یا مروری یا هر دو، مدل‌های تغییرپذیری داخلی یا غیررسمی و رویکردهای دیگر را پوشش نمی‌دهند یا حتی در نظر نمی‌گیرند. فقط مدل‌های تغییرپذیری خاص جستجو می‌شوند، بدون در نظر گرفتن قابل اعتماد اینکه چند بار و در چه زمینه-هایی یک مدل تغییرپذیری ضروری تلقی می‌شود و تغییرپذیری از طریق روش-های دیگر مدیریت می‌شود. برای امکان درک عمیق‌تر از کاربرد عملی مدل‌های تغییرپذیری، شواهد حاصل از مطالعات مشاهده‌ای مورد نیاز است.

۴- نتیجه گیری

ما در این مقاله قصد داشتیم تا بر روی مدل‌سازی تغییرپذیری در خط تولید نرم-افزار تحقیق کنیم و برای این امر مقالات متعددی در نتیجه جستجو یافتیم و آن‌ها را پیمایش کردیم و یافتیم که ۹۰ تحقیق شامل داده‌هایی در مورد مدل‌های تغییرپذیری هستند. سپس سه پرسش تحقیقاتی مطرح کردیم و با پاسخ به هر کدام به نتایج زیر دست یافتیم.

در مورد مدل‌های تغییرپذیری، ما تعداد زیادی از انواع مختلف مدل‌های تغییرپذیری را شناسایی کردیم، مدل ویژگی به عنوان مشهورترین مدل است و می‌توان آن را به عنوان یک مدل تغییرپذیری کهن، به ویژه برای محققان در نظر گرفت. با استفاده از مدل ویژگی امکان نمایش ویژگی‌های متغیر و مشترک محصول به وضوح برای ما مشخص می‌شود و ما می‌توانیم به راحتی در خط تولید نرم افزار از این ویژگی‌های متغیر و مشترک جهت کاهش زمان تولید و همچنین کاهش هزینه تولید و متنوع بودن محصولات جهت پاسخ گویی به نیاز مشتری استفاده کنیم.

مدل تغییر پذیری دیگری که معمولاً ظاهر می‌شود، UML است.جدا از مدل‌های ویژگی، مدل‌های تغییرپذیری اختصاصی نیز به طور گسترده ای مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و محبوبیت بیشتری کسب نمی‌کنند. چندین بسط مختلف و سازگاری با مدل‌های نرم‌افزاری موجود وجود دارد اما محبوبیت خاصی ندارند. با این وجود، به نظر می‌رسد عملاً تمام مراحل مهندسی نرم‌افزار توسط نوعی مدل تغییرپذیری پشتیبانی می‌شود، اگرچه مدل ویژگی برای هر فاز معمول است. با این حال، شواهد ارزیابی شده در مورد مدل‌های تغییرپذیری، به طور کلی، به ویژه با توجه به استفاده صنعتی از نظر عددی کمیاب و نابالغ است. در نتیجه، عدم اطمینان در مورد امکان استفاده از برخی از مدل‌های تغییرپذیری موجود برای نمایش تغییرپذیری در برخی از زمینه‌ها وجود دارد. یک چالش مهم، انتخاب یک مدل تغییرپذیری مناسب بر اساس درک تفاوت ها و ویژگی های مدل‌های مختلف می‌باشد.به عنوان کارهای آینده، تحلیل بر روی نیازهای عملی و استفاده از مدل-سازی تغییر پذیری و همچنین مطالعات مقایسه‌ای و تلفیقی، از ایجاد یک مدل تغییرپذیری جدید مهم‌تر می‌باشد.

۵- مراجع

[1] P. Clements, L.M. NorthropSoftware "Product Lines Practices and Patterns," *Addison-Wesley*, 2001.

[2] K. Pohl, G. Böckle, F. van der Linden "Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques," *Springer*, 2005.

analysis of 20 years of research on software product lines," *Information and Software Technology,* vol.72, 2016.

[24] P. Hohl, M. Stupperich, J. Munch, K. Schneider, "Combining agile development and software product lines in automotive: challenges and recommendations," *Proc. International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, 2018.

[25] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews Technical Report," *Keele University Technical Report TR/SE-0401 and NICTA Technical Report 0400011T.1,* 2004.

[26] B. Kitchenham, O.P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Lin kman, "Systematic literature reviews in software engineering a systematic literature review," *Information and Software Technolog,* vol.72, 2009.

[27] B. Kitchenham, P. Brereton, "A systematic review of systematic review process research in software engineering," *Information and Software Technology,* vol.55, 2013.

[28] S. MacDonell, M. Shepperd, B. Kitchenham, E. Mendes, "How reliable are systematic reviews in empirical software engineering," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol.36, 2010.

[29] A.Marques, R. Rodrigues, T. Conte, "Systematic literature reviews in distributed software development: a tertiary study," *Proc. International Conference on Global Software Engineering*, 2012.

[30] V. Myllärniemi, J. Savolainen, M. Raatikainen, T. Männistö "Performance variability in software product lines: proposing theories from a case study," *Empirical Software Engineering*, 2016.

[31] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, M. Mattsson "Systematic mapping studies in software engineering," *Proc. International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2008.

[32] K. Pohl, G. Böckle, F. van der Linden, "Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques," *Springer*, 2005.

[33] R. Rabiser, P. Grünbacher, D. Dhungana, "Requirements for product derivation support: results from a systematic literature review and an expert survey," *Information and Software Technology*, vol.52, 2010.

[34] A. dos Santos, I. de Farias Junior, H. De Moura, S. Marczak, "A systematic tertiary study of communication in distributed software development projects," *Proc. International Conference on Global Software Engineering*, pp. 182, 2012.

[35] R. Santos, C. De Magalhães, F.Q.B. da Silva, "The use of systematic reviews in evidence based software engineering: a systematic mapping study International," *Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pp. 53, 2014.

[36] R. Santos, F.Q.B. da Silva , "Motivation to perform systematic reviews and their impact on software engineering practice," *Proc. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* , pp. 292-295, 2013.

[37] F.Q.B. daSilva, A.L.M. Santos, S.C.B. Soares, A.C.C. França, C.V.F. Mon teiro ,"A critical appraisal of systematic reviews in software engineering from the perspective of the research questions asked in the reviews," *Proc. International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, 2010.

[38] M. Sinnema, S. Deelstra, J. Nijhuis, J. BoschCovamof, "A framework for modeling variability in software product families," *Proc. Software Product Line Conference (SPLC)*, pp. 197-213, 2004.

[39] E. Tüzün, B. Tekinerdogan, M. Kalender, S. Bilgen ,"Empirical evaluation of a decision support model for adopting software product line engineering,", *Information and Software Technology* , 2015.

[40] J. Verner, O. Brereton, B. Kitchenham, M. Turner, M. Niazi,"Risks and risk mitigation in global software development: a tertiary study," *Information and Software Technology,* vol.56, 2014.

[41] X. TËRNAVA, "Handling Variability at the Code Level: Modeling, Tracing and Checking Consistency," *PhD Thesis*, 2017.

[42] Y. Zhou, H. Zhang, X. Huang, S. Yang, M. Ali Babar, H. Tang, "Quality assessment of systematic reviews in software engineering: a

[3] M. Galster, D. Weyns, D. Tofan, B. Michalik, P. Avgeriou, "Variability in software systems — a systematic literature review," *IEEE Transactions on Software Engineering*,2013.

[4] M. Svahnberg, J. van Gurp, J. Bosch, "A taxonomy of variability realization techniques,"*Software: Practice and Expreience*, vol.35, no.8, pp.705-754, 2005.

[5] A.Abbas, H.Hassan, S.Albawi, " Using Feature and Orthogonal Variability Models to Design E-Commerce Model With (Software Product Line Engineering) technique", *Journal University of Kerbala* , Vol. 15 No.2 Scientific ,2017

[6] D. Budgen, S. Drummond, P. Brereton, N. Holland,"What scope is there for adopting evidence-informed teaching in SE?," *Proc. International Conference on Software Engineering* ,2012.

[7] D.S. Cruzes, T. Dyba, "Research synthesis in software engineering: a tertiary study," *Information and Software Technology*, vol.53 , pp.440-455, 2011.

[8] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Novak, A. Peterson "Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study," *Technical Report, CMU/SEI-90-TR-21, ADA 235785, Software Engineering Institute* , 1990.

[9] R. van Ommering, F. van der Linden, J. Kramer, and J. Magee; "The Koala Component Model for Consumer Electronics Software," *IEEE Computer*, pp. 78-85, 2000.

[10] C. Atkinson, J. Bayer, and D. Muthig, "Component-based product line development. The KobrA approach," *Proc. of the 1st Software Product Lines Conference*, 2000.

[11] S. Bühne, G. Halmans, and K. Pohl; "Modeling Dependencies between Variation Points in Use Case Diagrams," *Proc. 9th International Workshop on Requirements Engineering – Foundation for Software Quality (REFSQ'03)*, 2003.

[12] F. Bachmann, M. Goedicke, J. Leite, R. Nord, K. Pohl, B. Ramesh, and A. Vilbig; "A MetaModel for Representing Variability in Product Family Development," *Proc. 5th International Workshop on Product Family Engineering (PFE-5), Siena, Italy*, pp. 66–80, 2003.

[13] G. Boeckle, J. Bermejo, P. Knauber, C. Krueger, J. Leite, F. van der Linden, L. Northrop, M. Stark, and D. Weiss; "Adopting and Institutionalizing a Product Line Culture," *Proc. of the 2nd International Conference on Software Product Lines (SPLC-2), San Diego, USA, Springer* , 2002.

[14] D.Dhungana, P.Grunbacher, C.Doppler, "Understanding Decision-Oriented Variability Modelling," *Laboratory for Automated Software Engineering Johannes Kepler University Linz, Austria*,2008.

[15] H. Lichter "Modeling Variability by UML Use Case Diagrams", *IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering*, 2002.

[16] F.Q. DaSilva, A.L. Santos, S. Soares, A.C.C. França, C.V. Monteiro, F.F. Maciel," Six years of systematic literature reviews in software engineering," *An updated tertiary study*, 2011.

[17] I. Da Silva, P. Da Mota Silveira Neto, P. O'Leary, E. De Almeida, S. De Lemos Meira, "Using a multi-method approach to understand agile software product lines",*Information and Software Technology,* vol.5, 2015.

[18] T. Dybå, T. Dingsøyr, "Strength of evidence in systematic reviews in software engineering," *ESEM (2008)*, pp. 178-187, 2008.

[19] S. Easterbrook, J. Singer, M.-A. Storey, D. DamianSelecting, "Guid to Adavanced Empirical Methods for Software Engineering ," *Springer*, 2008.

[20] M. Galster, D. Weyns, D. Tofan, B. Michalik, P. Avgeriou,"Variability in software systems — a systematic literature review," *IEEE Trans. Software Engineering*, 2014.

[21] G. Hanssen, D. Smite, N. Moe, "Signs of agile trends in global software engineering research: a tertiary study," *International Conference on Global Software Engineering Workshop*, 2011.

[22] O. Haugen, A. Wasowski, K. CzarneckiCvl,"common variability language Software Product Line," *Proc. ACM Conference*, 2013.

[23] Herrera-Viedma, R. Heradio, H. Perez-Morago, D. Fernandez-Amoros, F.J. Cabrerizo, E. Herrera Viedma,"A - bibliometric

tertiary study," *Proc. International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pp. 1-14, 2015.

[43] H. Zhang, M. Ali Babar, "Systematic reviews in software engineering: an empirical investigation,"*Information and Software Technology,* vol.55, 2013.

[44] J. Bosch Design and Use of Software Architectures: "Adapting and Evolving a Product-Line Approach," *Addison-Wesley,* 2000.

[45] A. Abran, J.W. Moore, P. Bourque, R. Dupuis, L.L. Tripp, "Guide to the software engineering body of knowledge," *IEEE Computer Society Press*, 2004.

[46] M. Svahnberg, J. van Gurp, J. Bosch, "A taxonomy of variability realization techniques," *Software: Practice and Expreience*, vol.35, no.8, 2005.

[47] A.KhudhairAbbas, H.Safi, S.AlBawi, "Using Feature and Orthogonal Variability Models to Design E-Commerce Model With (Software Product Line Engineering) technique," *Journal university of kerbala*, vol.15, no.2, 2017.

[48] T. Forster, D. Muthig and D. Pech, "Understanding Decision Models – Visualization and Complexity Reduction of Software Variability, " *VaMoS 2008*, pp. 111-119, 2008.

علیرضا ربیعی مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار از دانشگاه علم و فرهنگ در سال ۱۳۹۲ کسب کرد و هم‌اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار در دانشگاه مجازی ایرانیان است. علاقه‌مندی‌های پژوهشی وی برنامه نویسی اندروید، مدیریت ریسک و متدولوژی های اجایل است. آدرس پست الکترونیکی ایشان عبارت است از:

alireza.rabiei.kashanaki98@gmail.com

الهام فراهانی دکترای مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار را در سال ۱۳۹۸ از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کرد. ایشان دارای مقالات متعدد در همایش‌ها و مجلات ملی و بین‌المللی می‌باشد. علاقه‌مندی‌های پژوهشی وی متدلوژی‌های نرم‌افزار ، خط تولید نرم‌افزار و مدیریت ریسک است. آدرس پست الکترونیکی ایشان عبارت است از:

efarahani@ce.sharif.edu

ضمیمه

نود (۹۰) مقاله مروری سیستماتیک مورد بررسی در این تحقیق

نام تحقیق	
S1	V. Alves, N. Niu, C. Alves, and G. Valença, “Requirements engineering for software product lines: A systematic literature review,” *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 8, pp. 806–820, 2010.
S2	W. K. G. Assunção and S. R. Vergilio, “Feature location for software product line migration: A mapping study,” *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, vol. 2, pp. 52–59, 2014.
S3	N. Bakar, Z. Kasirun, and N. Salleh, “Feature extraction approaches from natural language requirements for reuse in software product lines: A systematic literature review,” *Journal of Systems and Software*, vol. 106, pp. 132–149, 2015.
S4	C. Bezerra, R. Andrade, and J. Monteiro, “Measures for quality evaluation of feature models,” *Proc. International Conference on Software Reuse (ICSR)*, pp. 282–297, 2014.
S5	V. A. Burégio, S. R. de Lemos Meira, and E. S. de Almeida, “Characterizing dynamic software product lines-a preliminary mapping study,” *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, vol. 2, pp. 53–60, 2010.
S6	D. Cabrero, J. Garzas, and M. Piattini, “Understanding product lines through design patterns,” *Proc. International Conference on Software and Database Technologies (ICSOFT)*, 2007.
S7	I. do Carmo Machado, J. D. McGregor, and E. Santana de Almeida, “Strategies for testing products in software product lines,” *SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 37, no. 6, pp. 1–8, Nov. 2012.
S8	I. do Carmo Machado, J. D. McGregor, Y. C. Cavalcanti, and E. S. de Almeida, “On strategies for testing software product lines: A systematic literature review,” *Information and Software Technology*, vol. 56, no. 10, pp. 1183–1199, 2014.
S9	D. Castelluccia and N. Boffoli, “Service-oriented product lines: A systematic mapping study,” *SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 39, no. 2, pp. 1–6, 2014.
S10	L. Chen, M. Ali Babar, and A. Nour, “Variability management in software product lines: A systematic review,” *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, pp. 81–90, 2009.
S11	L. Chen, M. Ali Babar, and C. Cawley, “A status report on the evaluation of variability management approaches,” *Proc. International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, pp. 118–127, 2009.
S12	L. Chen and M. Ali Babar, “A survey of scalability aspects of variability modeling approaches,” *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, vol.2, 2009.
S13	L. Chen and M. Ali Babar, “A systematic review of evaluation of variability management approaches in software product lines,” *Information and Software Technology*, vol. 53, no. 4, pp. 344–362, 2011.
S14	J. Díaz, J. Pérez, P. P. Alarcón, and J. Garbajosa, “Agile product line engineering - a systematic literature review,” *Software - Practice and Experience*, vol. 41, no. 8, pp. 921–941, 2011.
S15	E. Engström and P. Runeson, “Software product line testing - a systematic mapping study,” *Information and Software Technology*, vol. 53, no. 1, pp. 2–13, 2011.
S16	J. Ferreira Bastos, P. A. da Mota Silveira Neto, E. S. de Almeida, and S. R. de Lemos Meira, “Adopting software product lines: A systematic mapping study,” *Proc. International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, pp. 11–20, 2011.
S17	P. Gadelha Queiroz and R. Vaccare Braga, “Development of critical embedded systems using model-driven and product lines techniques: A systematic review,” *Proc. Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse (SBCARS)*, pp. 74–83, 2014.
S18	M. Galster, D. Weyns, D. Tofan, B. Michalik, and P. Avgeriou, “Variability in software systems — a systematic literature review,” *IEEE Transactions on Software Engineering,* vol. 40, no. 3, pp. 282–306, 2014.
S19	I. Groher and R. Weinreich, “Variability support in architecture knowledge management approaches: A systematic literature review,” *Proc. Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pp. 5393–5402, 2015.
S20	R. Heradio, D. Fernandez-Amoros, J. Cerrada, and I. Abad, “A literature review on feature diagram product counting and its usage in software product line economic models,” *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering,* vol. 23, no. 8, pp. 1177–1204, 2013.

S37 B. Mohabbati, M. Asadi, D. b. Gašević, M. Hatala, and H. Müller, "Combining service-orientation and software product line engineering: A systematic mapping study," *Information and Software Technology*, vol. 55, no. 11, pp. 1845–1859, 2013.

S38 S. Montagud and S. Abrahão, "Gathering current knowledge about quality evaluation in software product lines," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, pp. 91–100, 2009.

S39 S. Montagud, S. Abrahão, and E. Insfran, "A systematic review of quality attributes and measures for software product lines," *Software Quality Journal*, vol. 20, no. 3–4, pp. 425–486, 2012.

S40 M. B. S. de Moraes, E. S. de Almeida, and S. Romero, "A systematic review on software product lines scoping," *Proc. Experimental Software Engineering Latin American Workshop (ESELAW)*, p.63, 2009.

S41 C. Moraga, M. Moraga, M. Genero, and M. Piattini, "A systematic literature review on software product line quality," *Proc. International Conference on Software and Database Technologies (ICSOFT)*, vol. 2, 2011, pp. 269–272.

S42 Y. Morais and G. E. Thaís Burity, "A systematic review of software product lines applied to mobile middleware," *Proc. International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG)*, pp. 1024–1029,2009.

S43 P. A. da Mota Silveira Neto, I. do Carmo Machado, J. D. McGregor, E. S. de Almeida, and S. R. de Lemos Meira, "A systematic mapping study of software product lines testing," *Information and Software Technology*, vol. 53, no. 5, pp. 407–423, 2011.

S44 E. Murugesupillai, B. Mohabbati, and D. Gašević, "A preliminary mapping study of approaches bridging software product lines and service-oriented architectures," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, vol. 2, pp. 1–11, 2011.

S45 V. Myllärniemi, M. Raatikainen, and T. Männistö, "A systematically conducted literature review: Quality attribute variability in software product lines," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, pp. 41–45, 2012.

S46 C. R. L. Neto, P. A. M. S. Neto, E. S. de Almeida, and S. R. de Lemos Meira, "Mapping study on software product lines testing tools," *Proc. International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE)*, pp. 628–634, 2012.

S47 E. A. Oliveira Junior, I. M. S. Gimenes, and J. C. Maldonado, "Software product line evaluation: Categorization and evolution over the years," *Proc. International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS)*, pp. 83–88, 2012.

S48 J. Pereira, K. Constantino, and E. Figueiredo, "A systematic literature review of software product line management tools," *Proc. International Conference on Software Reuse (ICSR)*, pp. 73–89, 2014.

S49 R. Rabiser, P. Grünbacher, and D. Dhungana, "Requirements for product derivation support: Results from a systematic literature review and an expert survey," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 3, pp. 324–346, 2010.

S50 I. S. Santos, R. M. C. C. Andrade, and P. A. Santos Neto, "How to describe spl variabilities in textual use cases: A systematic mapping study," *Proc. Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse (SBCARS)*, pp. 64–73, 2014.

S51 A. R. Santos, R. P. de Oliveira, and E. S. de Almeida, "Strategies for consistency checking on software product lines: A mapping study," *Proc. International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, pp. 1–5, 2015.

S55 R. Santos Rocha and M. Fantinato, "The use of software product lines for business process management: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 55, no. 8, pp. 1355–1373,

S21 G. Holl, P. Grünbacher, and R. Rabiser, "A systematic review and an expert survey on capabilities supporting multi product lines," *Information and Software Technology,* vol. 54, no. 8, pp. 828–852, 2012.

S22 S22 A. Hubaux, A. Classen, M. Mendonça, and P. Heymans, "A preliminary review on the application of feature diagrams in practice," *Proc. International Workshop on Variability Modelling of Software-Intensive Systems (VaMos)*, pp. 53–59, 2010.

S23 A. Hubaux, T. Tun, and P. Heymans, "Separation of concerns in feature diagram languages: A systematic survey," *ACM Computing Surveys,* vol. 45, no. 4, pp. 1–51, 2013.

S24 M. Johansen, o. Haugen, and F. Fleurey, "A survey of empirics of strategies for software product line testing," *Proc. International Conference on Software Testing, Verification, and Validation Workshops (ICSTW)*, pp. 266–269, 2011.

S25 M. Khurum, T. Gorschek, and K. Pettersson, "Systematic review of solutions proposed for product line economics," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC),* vol. 2, pp. 277–284, 2008.

S26 M. Khurum and T. Gorschek, "A systematic review of domain analysis solutions for product lines," *Journal of Systems and Software,* vol. 82, no. 12, pp. 1982–2003, 2009.

S27 J. Kim, S. Kang, and J. Lee, "A comparison of software product line traceability approaches from end-to-end traceability perspectives," *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 24, no. 4, pp. 677–714, 2014.

S28 M. A. Laguna and Y. Crespo, "A systematic mapping study on software product line evolution: From legacy system reengineering to product line refactoring," *Science of Computer Programming,* vol. 78, no. 8, pp. 1010–1034, 2013.

S29 B. P. Lamancha, M. P. Usaola, and M. P. Velthius, "Software product line testing: A systematic review," *Proc. International Conference on Software and Database Technologies (ICSOFT)*, pp. 23–30,2009.

S30 B. Lamancha, M. Polo, and M. Piattini, "Systematic review on software product line testing," *Proc. Communications in Computer and Information Science,* vol. 170, pp. 58–71, 2013.

S31 J. Lee, S. Kang, and D. Lee, "A survey on software product line testing," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, pp. 31–40, 2012.

S32 L. B. Lisboa, V. C. Garcia, D. Lucrédio, E. S. de Almeida, S. R. de Lemos Meira, and R. P. de Mattos Fortes, "A systematic review of domain analysis tools," *Information and Software Technology,* vol. 52, no. 1, pp. 1–13, 2010.

S33 L. Lobato, T. Bittar, P. c. Neto, I. MacHado, E. e. De Almeida, and S. Meira, "Risk management in software product line engineering: A mapping study," *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering,* vol. 23, no. 4, pp. 523–558, 2013.

S34 R. E. Lopez-Herrejon, L. Linsbauer, and A. Egyed, "A systematic mapping study of search-based software engineering for software product lines," *Information and Software Technology*, vol. 61, pp. 33–51, 2015.

S35 R. Lopez-Herrejon, S. Fischer, R. Ramler, and A. Egyed, "A first systematic mapping study on combinatorial interaction testing for software product lines," *Proc. International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)*, pp. 1–10, 2015.

S36 S. Mahdavi-Hezavehi, M. Galster, and P. Avgeriou, "Variability in quality attributes of service-based software systems: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 55, no. 2, pp. 320–343, 2013.

S69 G. Guedes, C. Silva, M. Soares, and J. Castro, "Variability management in dynamic software product lines: A systematic mapping," *Proc. Brazilian Symposium on Components, Architectures and Reuse Software*, pp. 90–99, 2015.

S70 P. Hohl, J. Ghofrani, J. Münch, M. Stupperich, and K. Schneider, "Searching for common ground: Existing literature on automotive agile software product lines," *Proc. International Conference on Software and System Process*, pp. 70–79, 2017.

S71 J. Klünder, P. Hohl, and K. Schneider, "Becoming agile while preserving software product lines: An agile transformation model for large companies," *Proc. International Conference on Software and System Process*, pp. 1–10, 2018.

S72 Y. Li, S. Schulze, and G. Saake, "Reverse engineering variability from natural language documents: A systematic literature review," *Proc. International Systems and Software Product Line Conference*, pp. 133–142, 2017.

S73 C. Lima, M. Cardoso, C. Chavez, and E. Almeida, "Initial evidence for understanding the relationship between product line architecture and software architecture recovery," *Proc. Brazilian Symposium on Components, Architectures and Reuse Software*, pp. 40–49, 2015.

S74 C. Lima and C. Chavez, "A systematic review on metamodels to support product line architecture design," *Proc. Brazilian Symposium on Software Engineering*, pp. 13–22, 2016.

S75 R. E. Lopez-Herrejon, S. Illescas, and A. Egyed, "Visualization for Software Product Lines: A Systematic Mapping Study," *Proc. IEEEE Working conference on software visualization*, pp. 26–35, 2016.

S76 R. E. Lopez-Herrejon, S. Illescas, and A. Egyed, "A systematic mapping study of information visualization for software product line engineering," *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 30, no. 2, 2018.

S77 M. Marques, J. Simmonds, P. Rossel, and M. Bastarrica, "Software product line evolution: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. In Press, 2018.

S78 L. Montalvillo and O. DÃaz, "Requirement-driven evolution in software product lines: A systematic mapping study," *Journal of Systems and Software*, vol. 122, pp. 110–143, 2016.

S79 L. Ochoa, O. GonzÃ!'lez-Rojas, A. Juliana, H. Castro, and G. Saake, "A systematic literature review on the semi-automatic configuration of extended product lines," *Journal of Systems and Software*, vol. 144, pp. 511–532, 2018.

S80 M. Sahid, A. Sultan, A. Ghani, and S. Baharom, "Combinatorial interaction testing of software product lines: A mapping study," *Journal of Computer Science*, vol. 12, no. 8, pp. 379–398, 2016.

S81 S. Sepúlveda, A. Cravero, and C. Cachero, "Requirements modeling languages for software product lines: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. 69, pp. 16–36, 2016.

S82 L. M. P. da Silva, C. I. M. Bezerra, R. M. C. Andrade, and J. M. S. Monteiro, "Requirements Engineering and Variability Management in DSPLs Domain Engineering: A Systematic Literature Review," *Proc. International Conference on Enterprise Information Systems*, pp. 544–551, 2016.

S83 Z. T. Sinkala, M. Blom, and S. Herold, "A mapping study of software architecture recovery for software product lines," *Proc. European Conference on Software Architecture*, pp. 1–49, 2018.

S84 L. R. Soares, P.-Y. Schobbens, I. do Carmo Machado, and E. S. de Almeida, "Feature interaction in software product line engineering: A systematic mapping study," *Information and Software Technology*, vol. 98, pp. 44 –58, 2018.

2013.

S53 I. F. da Silva, P. A. da Mota Silveira Neto, P. O'Leary, E. S. de Almeida, and S. R. de Lemos Meira, "Agile software product lines: A systematic mapping study," *Software - Practice and Experience*, vol. 41, no. 8, pp. 899–920, 2011.

S54 J. da Silva, F. Pereira da Silva, L. do Nascimento, D. Martins, and V. Garcia, "The dynamic aspects of product derivation in DSPl: A systematic literature review," *Proc. International Conference on Information Reuse and Integration (IRI)*, pp. 466–473, 2013.

S55 L. R. Soares, P. Potena, I. d. C. Machado, I. Crnkovic, and E. S. d. Almeida, "Analysis of non-functional properties in software product lines: A systematic review," *Proc. EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pp. 328–335, 2014.

S56 E. de Souza Filho, R. de Oliveira Cavalcanti, D. Neiva, T. Oliveira, L. Lisboa, E. de Almeida, and S. de Lemos Meira, "Evaluating domain design approaches using systematic review," *Proc. European Conference on Software Architecture (ECSA)*, pp. 50–65, 2008.

S57 E. Tüzün, B. Tekinerdogan, M. Kalender, and S. Bilgen, "Empirical evaluation of a decision support model for adopting software product line engineering," *Information and Software Technology*, vol. 60, pp. 77–101, 2015.

S58 T. Vale, G. B. Figueiredo, E. S. de Almeida, and S. R. de Lemos Meira, "A study on service identification methods for software product lines," *Proc. International Software Product Line Conference (SPLC)*, vol. 2, pp. 156–163, 2012.

S59 G. Vale, E. Figueiredo, R. Abilio, and H. Costa, "Bad smells in software product lines: A systematic review," *Proc. Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse (SBCARS)*, pp. 84–94, 2014.

S60 U. Afzal, T. Mahmood, and Z. Shaikh, "Intelligent software product line configurations: A literature review," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 48, pp. 30–48, 2016.

S61 W. K. G. Assunção, R. E. Lopez-Herrejon, L. Linsbauer, S. R. Vergilio, and A. Egyed, "Reengineering legacy applications into software product lines: A systematic mapping," *Empirical Software Engineering*, vol. 22, no. 6, pp. 2972–3016, 2017.

S62 R. Bashroush, M. Garba, R. Rabiser, I. Groher, and G. Botterweck, "CASE Tool Support for Variability Management in Software Product Lines," *ACM Computing Surveys*, vol. 50, no. 1, 2017.

S63 S. Baumgart and J. Fröberg, "Functional Safety in Product Lines - A Systematic Mapping Study," *Proc. Euromicro conferences on software engineering and advanced applications*, pp. 313–322, 2016.

S64 V. Bischoff, K. Farias, L. J. GonÃ§ales, and J. L. V. Barbosa, "Integration of feature models: A systematic mapping study," *Information and Software Technology*, vol. In Press, 2018.

S65 C. Brink, P. Heisig, and F. Wackermann, "Change impact in product lines: A systematic mapping study," *Communications in Computer and Information Science*, vol. 639, pp. 677–694, 2016.

S66 J. Eleuterio, F. Gaia, A. Bondavalli, P. Lollini, G. Rodrigues, and C. Rubira, "On the dependability for dynamic software product lines: A comparative systematic mapping study," *Proc. Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, pp. 323–330, 2016.

S67 S. El-Sharkawy, N. Yamagishi-Eichler, and K. Schmid, "Metrics for analyzing variability and its implementation in software product lines: A systematic literature review," *Information and Software Technology*, vol. In Press, 2018.

S68 J. Galindo, D. Benavides, P. Trinidad, "Automated analysis of feature models: Quo vadis?," *Computing*, pp. 387–433, 2018.

S85	E. Tüzün and B. Tekinerdogan, “Analyzing impact of experience curve on ROI in the software product line adoption process,” *Information and Software Technology*, vol. 59, pp. 136–148, 2015.
S86	T. Vale, E. S. de Almeida, V. Alves, U. Kulesza, N. Niu, and R. de Lima, “Software product lines traceability: A systematic mapping study,” *Information and Software Technology*, vol. 84, pp. 1–18, 2017.
S87	N. Made Satvika Iswari, E. K. Budiardjo and Z. A. Hasibuan, "Aspect Oriented Programming Approach for Variability Feature Implementation in Software Product Line Engineering," *Proc. Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, pp. 1-5, 2020
S88	K. Feichtinger and R. Rabiser, "Variability Model Transformations: Towards Unifying Variability Modeling," *Proc. 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pp. 179-182, 2020.
S89	R. Shahin, "Towards Modal Software Engineering," *Proc. IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results (ICSE-NIER)*, pp. 86-90, 2021.
S90	T. Nepomuceno, E. OliveiraJr, R. Geraldi, A. Malucelli, S. Reinehr and M. A. G. Silva, "Software Product Line Configuration and Traceability: An Empirical Study on Smarty Class and Component Diagrams," *Proc. IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, pp. 979-984, 2020.

[1]Software Product Line (SPL)
[2] Feature Model
[3] Unified Modeling Language
[4] MDE (Model-Driven Engineering)
[5] Orthogonal Variability Modeling (OVM)
[6] Decision Model
[7] Use Case Model Source Code
[8] Source Code

The CSI Journal on Computing Science and Information Technology
Vol. 18, No.2, 2021

Investigation Of various Variability Modeling Methods In Software Production Line

Alireza Rabiei[1], Elham Farahani[2]

[1] Master Student, Department of Computer Engineering, Iranian Virtual University, Tehran, Iran
[2] PhD in Software Engineering, Department of Computer Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

The software product line is a new approach to developing a diverse range of products with different features, which is demonstrated by the variability of the features available in the products. The field of software product line and variability has been a major research topic over the past few decades. In this paper, the studies that have been done so far in this field are reviewed. Based on the analysis and research evidence, the best and most widely used method of modeling variability in a software product line is identified. In this regard, 90 articles have been reviewed. According to research, several variability models cover the variability in the software product line. The "feature model" is the most popular one, and it can be considered a suitable model for demonstrating variability, especially for developers and researchers.

Keywords: Software Production Line, Variability, Variability Modeling, Feature, Feature Model