

ارائه مدل کیفی بدافزارهای تحت شبکه موبایل مبتنی بر سیستم عامل اندروید

علیرضا فرجی

دانشجو ارشد گروه کامپیوتر، دانشکده رایانه و شبکه‌های کامپیوتری، دانشگاه جامع امام حسین (ع)،

دکتر حمید اکبری

استادیار دکتری کامپیوتر، دانشکده رایانه و شبکه‌های کامپیوتری، دانشگاه جامع امام حسین (ع)،

چکیده

در حوزه تولید نرم‌افزارهای اندرویدی، افزایش روزافزون برنامه‌ها و بدافزارها باعث افزایش ریسک در مأموریت‌های حساس مانند مأموریت‌های نظامی شده است. این برنامه‌ها به جمع‌آوری اطلاعات و حملات هوشمند در بستر شبکه می‌پردازند؛ بنابراین، ضرورت ساخت نرم‌افزارهای باکیفیت و مدل‌های کیفیت مناسب اهمیت زیادی پیدا کرده است. محققان مدل‌های کیفیت اندرویدی را توسعه داده‌اند، اما این مدل‌ها مشکلاتی دارند. به عنوان مثال، معیارها برای اندازه‌گیری‌های خاص موبایل در نظر گرفته نشده‌اند و مدل‌ها برای برنامه‌های اندرویدی اعمال نشده‌اند. بر اساس مطالعات انجام‌شده، هشت معیار جدید خاص اندروید شناسایی شده‌اند که به ویژگی‌های کیفیت اضافه شده‌اند. این معیارها شامل «یکپارچگی داده و ایمنی» نیز هستند. از طریق یک نظرسنجی در برنامه‌نویسان اندروید، رابطه معیارهای کد منبع و ویژگی‌های کیفیت تعیین شده و پایایی نظرسنجی با استفاده از آمار آلفای کرون باخ بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل کیفیت برنامه‌های اندرویدی با پایایی قابل قبولی همراه است. همچنین، از آزمون T-Test برای محاسبه تفاوت بین نتایج مدل کیفیت و نمرات ارزیابان استفاده شده و همبستگی آماری معنی‌داری بین دو مجموعه داده تأیید شده است. این نتایج نشان می‌دهند که مدل کیفیت به خوبی قابلیت اطمینان و پشتیبانی را دارد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت بدافزار، بدافزار موبایل، مدل کیفیت، برنامه‌های کاربردی اندروید، استاندارد ISO/IEC SquaRE

مقدمه

از زمان ظهور نرم افزارهای اندروید، تعیین کیفیت آن‌ها به عنوان یک چالش اساسی مطرح بوده است. یکی از مسائل مهم برای توسعه دهندگان این نرم افزارها، ارزیابی کیفیت و تعیین شاخص‌های مؤثر در این ارزیابی است. تعریف کیفیت نرم افزار از دیدگاه افراد مختلف متفاوت است و سازمان‌ها نیز تعاریف گوناگونی ارائه کرده‌اند. بر اساس سازمان ISO، ویژگی کیفیت نرم افزار مجموعه صفاتی است که توصیف و ارزیابی کیفیت نرم افزار از آن به دست می‌آید.

در بدافزارهای اندرویدی، ایجاد چارچوب کیفیت و پیروی از مدل کیفی، بهینه‌ترین راه برای مقابله با حملات استراتژیک است. این چارچوب به کمک هزینه‌های کمتر، حملات اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و نظامی را ممکن می‌سازد. به همین دلیل، در این تحقیق، مدل کیفیت برای بدافزارهای اندرویدی منبع باز مورد بررسی و ارائه قرار می‌گیرد. موفقیت نرم افزارهای اندرویدی به طور کلی و بدافزارهای اندرویدی تهاجمی به طور خاص، تحت تأثیر عوامل محیطی و داخلی متعدد قرار دارند. مدل‌های کیفیت نرم افزار اغلب بر اساس الگوریتم‌ها و فن‌هایی طراحی شده‌اند که بر متن و کد منبع نرم افزارها عمل می‌کنند. این مدل‌ها به تحلیل و ارزیابی نرم افزارها از دیدگاه‌های مختلف مانند کد نویسی، ساختار کد، بهره‌وری و قابلیت اطمینان می‌پردازند. در حوزه بدافزارهای موبایل، چند چالش اساسی وجود دارد که باعث می‌شود مدل‌های کیفیت نرم افزاری به صورت مستقیم پاسخگوی این حوزه نباشند. این چالش‌ها شامل چرخه حیات نامناسب، عدم پوشش ردپا، رصد محیطی نامناسب، عدم عکس العمل مناسب امنیتی، همکاری تیمی نامناسب، انتشار غیر هدفمند، عدم هوشمندی در انتخاب میزبان مناسب، عدم قابلیت ردیابی و دسترسی و سیستم تبادل اطلاعات غیر ایمن هستند؛ بنابراین، کیفیت نرم افزارهای اندرویدی، به ویژه در مواجهه با بدافزارها، نقش بسیار مهمی در موفقیت مأموریت‌ها و امور حساس بازی می‌کند.

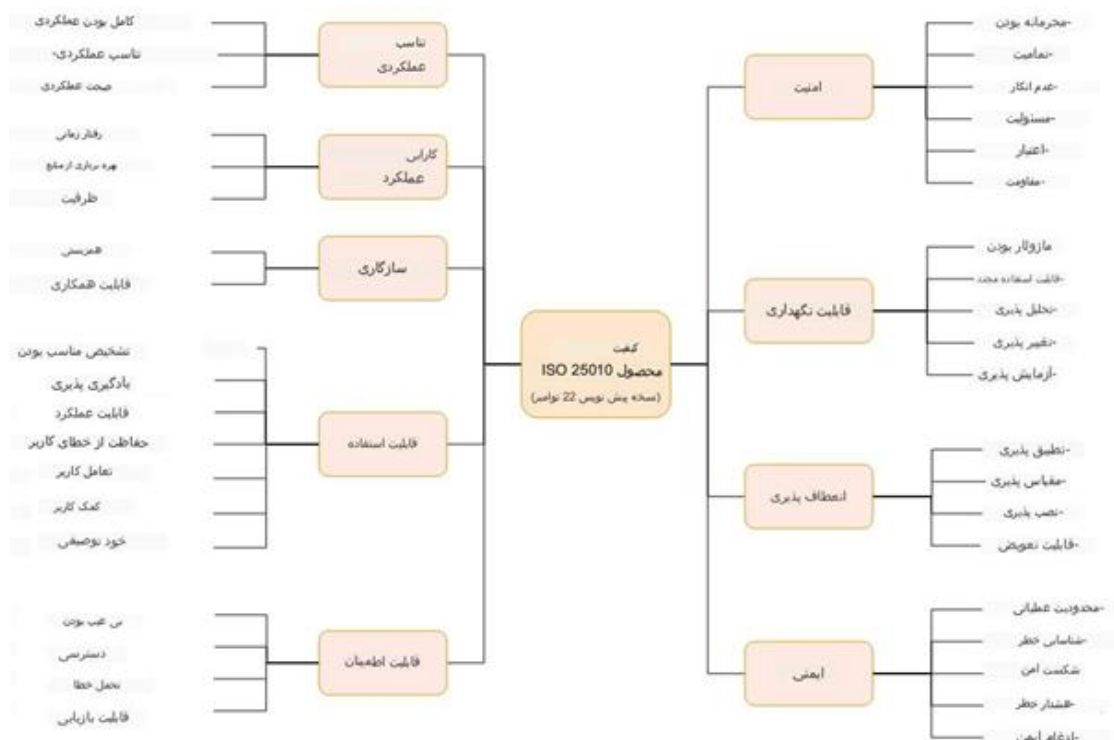
در فرایند توسعه یک مدل کیفیت برای برنامه‌های اندروید، ویژگی‌های کیفی تعریف شده در استاندارد مدل کیفیت بدافزار ISO/IEC SQuaRE مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در محدوده این مطالعه، هشت ویژگی موجود در مدل کیفیت محصول مورد توجه قرار گرفت: مناسب بودن عملکرد، کارایی عملکرد، قابلیت اطمینان، امنیت، قابلیت استفاده، سازگاری، قابل حمل بودن و سهولت نگهداری. ویژگی‌های فرعی این هشت ویژگی و ویژگی در مدل کیفیت در استفاده در مطالعه لحاظ نشده است. از آنجایی که مدل کیفیت ما با ویژگی‌های کیفیت مرتبط با حوزه بدافزار تلفن همراه سروکار دارد، ویژگی‌های کیفی قابل اجرا از مدل کیفیت محصول انتخاب شد و دو ویژگی اضافی به نام یکپارچگی داده و ایمنی اضافه شد. با بررسی توسعه دهندگان برنامه اندروید، رابطه بین معیارهای کد منبع و ویژگی‌های کیفیت شناسایی شد. مدل کیفیت SQuaRE برای مناسب بودن برای برنامه‌های اندروید اقتباس شد، اعتبار مدل کیفیت ایجاد شده مورد آزمایش قرار گرفت و قابلیت کاربرد مدل با اعمال مدل در توزیع‌های مختلف دو برنامه اندروید منبع باز در یک مطالعه موردی نشان داده شد. مطالعات کمی در مورد توسعه مدل‌های کیفیت بدافزار موبایل انجام شده است. بسیاری از مطالعات مرتبط برای اندازه‌گیری کیفیت برنامه‌ها کافی نیستند، زیرا معیارها در این مطالعات تعریف نشده‌اند. در مطالعه ما، معیارهای کد منبع خاص اندروید برای اندازه‌گیری کیفیت برنامه‌های کاربردی تلفن همراه تعریف شده است.

مشارکت‌های این مقاله یک مدل کیفیت معتبر برای برنامه‌های اندروید و معیارهای تعیین شده برای این مدل است. یک مطالعه اولیه در زمینه ارزیابی کیفیت پلتفرم‌های موبایل انجام شده است. این مطالعه با سایر مطالعات در این زمینه متفاوت است؛ زیرا شامل تعاریف متریک مخصوص اندروید و استفاده از استاندارد کیفیت فعلی (ISO/IEC SQuaRE) است.

ساختار بقیه مقاله به شرح زیر است: در قسمت ۲، مراحل توسعه مدل کیفیت ایجاد شده برای برنامه‌های اندروید توضیح داده شده است. فصل سوم شامل ارزیابی مدل ارائه شده و نتایج مطالعه موردی می‌باشد. در بخش آخر، نتیجه مطالعه بر روی مدل ارائه شده و مطالعات احتمالی آینده در این زمینه توضیح داده شده است.

توسعه مدل کیفیت اندروید

در فرایند تعریف ویژگی‌های کیفیت، استاندارد کیفیت ISO/IEC SQuaRE، مدل‌های مبتنی بر شیء و اجزای خاص برنامه‌های اندروید در نظر گرفته شد. ویژگی‌های «کارایی عملکرد»، «قابلیت حمل»، «سهولت نگهداری»، «مناسب بودن عملکردی»، «قابلیت اطمینان»، «قابلیت استفاده»، «امنیت» و «سازگاری» از استاندارد کیفیت ISO/IEC ۲۵۰۱۰ به عنوان مجموعه اولیه کیفیت ویژگی‌ها انتخاب شده است. علاوه بر این ویژگی‌ها، با بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه، ویژگی «یکپارچگی داده و ایمنی» انتخاب شد. مدل باکیفیت اندروید ایجاد شده در شکل ۱ نشان داده شده است (Barraod et al, ۲۰۲۲).



شکل ۱. مدل کیفیت اندروید

تعریف متریک

معیارهای کد منبع اغلب هنگام ارزیابی کیفیت سیستم‌های بدافزاری استفاده می‌شود. این معیارها روشی عینی برای به دست آوردن اطلاعات مشخص در مورد کد منبع ارائه می‌دهند. با تجزیه و تحلیل استانداردهای کیفیت و مطالعات مرتبط در این زمینه، معیارهای قابل اجرا برای برنامه‌های اندروید به دست آمد. (Dalla ۲۰۲۲; Ali et al., ۲۰۲۲; Palma et al., ۲۰۲۰; Diamantopoulos et al., ۲۰۲۰; Yilmaz & Buzluca, ۲۰۲۱)

تعداد طبقات، عمق درخت ارثی، ناپایداری، عدم انسجام در روش‌ها، تعداد روش‌ها، تعداد کیفیت ویژگی‌ها و پیچیدگی چرخه‌ای مک کیب. اگرچه توسعه برنامه اندروید مبتنی بر جاوا و شیء‌گرا است، اما تفاوت‌های اساسی وجود دارد. به دلیل تفاوت در ساختار کد منبع، نیاز به تعریف معیارهای خاصی برای برنامه‌های اندروید وجود دارد. (Auda et al., ۲۰۲۲; Alnaish & Hasoon, ۲۰۲۲). با بررسی جامع کتاب‌ها، آموزش‌ها و انتشارات برنامه‌نویسی اندروید (Zhang et al., ۲۰۲۰; Peters & Aggrey, ۲۰۲۰; Fawareh, ۲۰۲۱; Colakoglu et al., ۲۰۲۱)، هشت معیار جدید

مخصوص اندروید تعریف شده است: تعداد خطوط کد کلاس تست، کمیت متغیرها، پاسخ برای یک کلاس، انسجام محکم طبقاتی، انسجام طبقاتی سست، جفت شدن جریان اطلاعات، جفت شدن بین اشیاء، انسجام طبقات و تعداد فراخوانی‌های ایستا.

علاوه بر معیارهای خاص اندروید، سه معیار دیگر مبتنی بر شیء تعریف شده است که فکر می‌کنیم برای برنامه‌های اندروید قابل اجرا هستند: تعداد گفتگوها، تعداد رشته‌ها و تعداد جداول در پایگاه داده. فهرست حاصل از معیارها و توضیحات این معیارها در جدول ۱ آمده است. ستون اول جدول شامل نام معیارها، ستون دوم شامل انواع معیارها مانند مبتنی بر شیء یا اندروید و ستون آخر شامل توضیحات مختصری از معیارها است. (Nyári & Kerti, ۲۰۲۱) همه این معیارها مقادیر اعداد طبیعی را می‌گیرند. معنی بالا یا پایین بودن هر یک از این معیارها از نظر کیفیت و به عبارتی رابطه متریک-کیفیت از نظرت توسعه‌دهندگان بدافزار اندروید به دست آمد که در قسمت بعدی توضیح داده شد. به همین دلیل در این قسمت تعاریفی از قبیل تعداد کلاس‌های بیشتر ویژگی بهتری ارائه نشده است. (Irawan & Negara, ۲۰۲۲)

جدول ۱. فهرست معیارهای مورد استفاده در مدل کیفیت

معیار	نوع	توضیحات
تعداد کلاس‌ها (NOC) ^۱	شیء گرا	این شاخص حداکثر طول مسیر از یک کلاس تا کلاس ریشه در سلسله مراتب ارث را محاسبه می‌کند.
عمق درخت وراثت (DIT) ^۲	شیء گرا	این شاخص عمق (طول حداکثر مسیر از گره نشان‌دهنده کلاس تا ریشه درخت) کلاس در درخت وراثت را نشان می‌دهد. درختان عمیق‌تر پیچیدگی طراحی بیشتری را ایجاد می‌کنند، زیرا روش‌ها و کلاس‌های بیشتری درگیر هستند
بی‌ثباتی ^۳	شیء گرا	ناپایداری انعطاف‌پذیری بسته را در برابر تغییر نشان می‌دهد
عدم انسجام روش‌ها (LOCM) ^۴	شیء گرا	این معیار تعداد کل ویژگی‌ها در کد منبع است
تعداد صفات (NOAT) ^۵	شیء گرا	این شاخص تعداد مسیرهای مستقل خطی از طریق کد منبع یک برنامه را اندازه‌گیری می‌کند.
تعداد فعالیت‌ها (NOAC) ^۶	اندروید	این معیار تعداد کل کلاس‌هایی گیرنده‌های پخش را در یک کد منبع گسترش می‌دهند.
تعداد خدمات (NOS) ^۷	اندروید	این معیار تعداد کل کلاس‌هایی ارائه‌دهندگان محتوا را در یک کد منبع گسترش می‌دهند.

¹ Num of Classes

² Depth of Inheritance Tree

³ Instability

⁴ Lack of Cohesion of Methods

⁵ Num of Attributes

⁶ Num of Activities

⁷ Num of Services

تعداد فراخوانی های ایستا را شمارش می کند	اندروید	تعداد فراخوانی های ایستا (NOSI)
معیارهای انسجام میزان ارتباط روش های یک کلاس با یکدیگر را اندازه گیری می کنند. یک کلاس منسجم یک عملکرد را انجام می دهد. یک کلاس غیرمنسجم دو یا چند عملکرد نامرتبط را انجام می دهد. یک کلاس غیرمنسجم ممکن است نیاز به بازسازی به دو یا چند کلاس کوچک تر داشته باشد.	اندروید	انسجام طبقات (COC)
این معیار تعداد کل کلاس هایی گیرنده های پخش را در یک کد منبع گسترش می دهند.	اندروید شیء گرا	تعداد گیرنده های پخش (NOBR) ^۸
این معیار تعداد کل کلاس هایی از موضوعات را در کد منبع گسترش می دهند.	اندروید شیء گرا	تعداد ارائه دهندگان محتوا (NOCP) ^۹
این معیار تعداد کل دیالوگ ها در کد منبع است. دیالوگ ها پنجره های کوچکی هستند که از کاربران می خواهند اطلاعات را وارد کنند یا تصمیم بگیرند	اندروید	تعداد دیالوگ ها (NOD) ^{۱۰}
این معیار تعداد کل کلاس هایی از موضوعات را در کد منبع گسترش می دهند.	اندروید	تعداد موضوعات (NOT) ^{۱۱}
این شاخصه یک عدد صحیح است که نشان دهنده حداقل سطح API مورد نیاز برای اجرای برنامه است.	اندروید	Version Sdk Min (MSDK)
این شاخصه یک عدد صحیح است که نشان می دهد سطح API هدف مورد نیاز برنامه برای اجرا است	اندروید شیء گرا	Version Sdk Target (TSDK)
این معیار تعداد کل مقصدها در کد منبع است.	اندروید	تعداد مقاصد (NOI) ^{۱۲}

رابطه ویژگی متریک - کیفیت

یک نظرسنجی با توسعه دهندگان برنامه اندروید برای تعیین رابطه بین معیارهای کد منبع و ویژگی های کیفیت انجام شد. این نظرسنجی شامل ۴۱ سؤال است که از شرکت کنندگان می خواهد تا درجه تأثیر هر معیار بر ویژگی های کیفیت را انتخاب کنند (مقیاس در محدوده [۱، ۱]). گزینه ها به صورت کاملاً منفی (-۱) تا حدی منفی (-۰.۵)، نه منفی و نه مثبت (۰) تا حدی مثبت (+۰.۵) و کاملاً مثبت (+۱) تعیین می شوند. این نظرسنجی قرار بود به صورت آنلاین ارسال شود و از گوگل فورم^{۱۳} در تهیه آن استفاده شد.

این نظرسنجی برای گروه های توسعه دهنده برنامه اندروید در رسانه های اجتماعی (فیس بوک، لینکدین)، شرکت های فناوری اطلاعات احتمالی و مخاطبین شخصی ارسال شد. ۳۵ توسعه دهنده اندروید در نظرسنجی شرکت کردند. توزیع شرکت کنندگان بر اساس تعداد پروژه های بدافزار اندرویدی که فعالانه در آن مشارکت دارند، به شرح زیر است: ۱۵.۲٪ در بیش از ۱۰ پروژه، ۲۷.۳٪ در ۵-۱۰ پروژه و ۵۷.۶٪ در ۱ پروژه شرکت کرده اند. ۲۷.۳ درصد از شرکت کنندگان بدافزار اندروید را برای شرکت های خود، ۴۸.۵ درصد شخصاً و ۲۴.۲ درصد برای

⁸ Num of Broadcast Receivers

⁹ Num of Content Providers

¹⁰ Num of Dialogs

¹¹ Num of Threads

¹² Num of Intents

¹³ Google Forms

شرکت‌های شخصی و شرکت‌های خود توسعه دادند. سازگاری داخلی نتایج نظرسنجی بررسی شد. از آنجایی که میانگین آلفای کرون باخ ۰.۸۶۵ است، پایایی نظرسنجی در محدوده قابل قبولی است. وزن دهی رابطه. با استفاده از نتایج نظرسنجی، ماتریسی ایجاد شد که رابطه بین معیارها و ویژگی‌های کیفیت را نشان می‌دهد. این ماتریس در جدول ۲ نشان داده شده است. در جدول، ستون‌ها حاوی ویژگی‌های کیفیت و ردیف‌ها حاوی اثرات معیارها بر ویژگی‌های کیفیت هستند. ماتریس نشان می‌دهد که چگونه افزایش یک متریک بر ویژگی‌های کیفیت تأثیر می‌گذارد. در جدول ۰ نشان‌دهنده تأثیر مثبت و منفی، ۱- نشان‌دهنده تأثیر قطعی منفی، ۰.۵- نشان‌دهنده تأثیر تا حدی منفی، ۰.۵+ نشان‌دهنده تأثیر تا حدی مثبت و ۱+ نشان‌دهنده تأثیر قطعاً مثبت است. (Pramanik et al., ۲۰۱۹)

جدول ۲. متریک - رابطه ویژگی کیفیت

افزایش	تناسب عملکرد	قابلیت اطمینان	کارایی عملکرد	قابل حمل بودن	قابلیت نگهداری	یکپارچگی داده	قابلیت استفاده	امنیت	سازگاری	ایمنی
تعداد کلاس‌ها (NOC)	-۱	-۰/۵	۱	۰/۵	۰	۱	۰	۰	-۰/۵	۰
عمق درخت وراثت (DIT)	۰	-۰/۵	-۰/۵	-۱	-۰/۵	-۱	۱	-۱	۰/۵	-۱
بی ثباتی (COP)	۱	۰/۵	۰	۰	-۱	۱	۰/۵	۱	-۱	۰/۵
عدم انسجام روش‌ها (LOCM)	۰	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۵	-۱	۱	-۰/۵	۰/۵
تعداد صفات (NOAT)	۱	-۰/۵	-۰/۵	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰/۵
تعداد فعالیت‌ها (NOAC)	-۱	۱	-۱	۱	۰/۵	-۱	۰/۵	-۱	-۱	۰/۵
تعداد خدمات (NOS)	۰	-۱	-۰/۵	۰	-۰/۵	۰/۵	۱	۰/۵	-۰/۵	-۰/۵
تعداد فراخوانی‌های ایستا (NOSI)	۱	۱	-۱	-۰/۵	-۰/۵	-۱	-۱	۰	۰/۵	-۰/۵
انسجام طبقات (COC)	-۱	۱	-۱	-۱	-۱	-۱	-۰/۵	-۱	-۰/۵	۱
تعداد گیرنده‌های پخش (NOBR)	۱	۰	-۰/۵	-۱	-۱	۰/۵	۱	۱	-۰/۵	-۰/۵
تعداد ارائه‌دهندگان محتوا (NOCP)	۱	-۰/۵	۰/۵	-۱	۱	۰	-۱	-۰/۵	-۱	-۰/۵

-۱	-۰/۵	۰/۵	-۰/۵	۱	۱	۰/۵	-۰/۵	۱	-۰/۵	تعداد دیالوگها (NOD)
۰	۱	۱	۰	۰/۵	۰/۵	۰	-۱	-۱	۰	تعداد موضوعات (NOT)
-۰/۵	۰	-۱	۱	۱	-۱	۰	۱	۱	۰/۵	Min Sdk Version
-۰/۵	۰	-۱	-۱	۱	-۰/۵	۰	-۱	۰	۱	Target Sdk Version
-۱	۰	۰	۰	-۰/۵	-۱	۰/۵	۱	۰	۰/۵	تعداد مقاصد (NOI)

مقادیر میانه پاسخ‌های شرکت‌کنندگان برای داده‌های نشان داده‌شده در جدول ۲ استفاده شد. در این جدول، نتایج متفاوت از حد انتظار برای معیارهای تعداد نخ و عمق درخت مشارکت به دست آمد. درحالی‌که انتظار می‌رفت عمق درخت الحاق باقابلیت حمل و نگهداری نسبت معکوس داشته باشد، نتیجه اثر +۰.۵ گرفته شد. برای تعداد نخ‌ها، پاسخ ضربه +۰.۵ دریافت شد، اگرچه انتظار می‌رفت که بر سهولت نگهداری و قابلیت اطمینان تأثیر منفی بگذارد. ویژگی‌های ارائه‌شده توسط محیط توسعه اندروید و به‌ویژه تشویق به استفاده از موضوعات کارگر ممکن است این ارزش تأثیر را افزایش داده باشد. این وضعیت در مطالعات آتی با جزئیات بیشتری موردبررسی قرار خواهد گرفت.

فرمول‌های محاسبه برای هر ویژگی کیفیت با استفاده از ماتریس جدول ۲ به دست آمد. اثرات معیارها بر ویژگی‌های کیفیت وزن می‌شوند تا مقادیر محاسبه‌شده برای همه ویژگی‌های کیفیت در یک محدوده قرار گیرند. از آنجایی که +۱ به‌عنوان محدوده اثرات متریک انتخاب شد، وزن هر متریک با استفاده از فرمول مشخص‌شده در (۱) نرمال شد.

مقدار جدید = مقدار متریک / مجموع مقادیر متریک

برای ارائه مثالی از محاسبه به نظر می‌رسد متریک عمق درخت وراثت (DIT) بر ویژگی سازگاری^{۱۴} +۰.۵ تأثیر می‌گذارد. مقادیر تمام معیارهای مؤثر بر ویژگی سازگاری در آخرین ستون جدول ۲ مشاهده می‌شود. وقتی این مقادیر باهم جمع شوند، مقدار $(+0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 1.0 + 0.5) = 3.5$ به دست می‌آید و مقدار جدید متریک $(DIT^{15}) = 3/0.5$ است. به‌صورت $5 = 0.14$ یافت می‌شود.

فرمول‌های محاسبه نهایی به‌دست‌آمده برای ویژگی‌های کیفی در جدول ۳ نشان داده‌شده است. طبق این فرمول‌ها، برای مثال، تعداد بالای کلاس‌ها (NOC) کارایی عملکرد را افزایش می‌دهد، درحالی‌که عمق بالای درخت اثری (DIT) کارایی عملکرد را کاهش می‌دهد.

جدول ۳. فرمول‌های محاسبه برای ویژگی‌های کیفیت

ویژگی‌های کیفی	معادله محاسباتی ARFQM
----------------	-----------------------

¹⁴ Compatibility

¹⁵ Depth of the Inheritance Tree

$-0.11*(NOC) + 0.11*(COP) + 0.11*(NOAT) - 0.11*(NOAC) + 0.11*(NOSI) - 0.11*(COC) + 0.11*(NOBR) + 0.11*(NOCP) - 0.05*(NOD) + 0.05*(MSDK) + 0.11*(TSDK) + 0.05*(NOI) - 0.05*(BSMC) + 0.11*(WKL) + 0.11*(LOCL) - 0.05*(GPS) + 0.05*(XML) + 0.05*(NTO) - 0.11*(I/O) + 0.11*(SQL) + 0.11*(BMAP) - 0.11*(PIV) + 0.11*(APD) - 0.05*(NBI) + 0.05*(NOM) + 0.11*(IPM) + 0.11*(LOC) + 0.05*(VQTY) - 0.05*(RFC) - 0.05*(TCC) + 0.11*(LCC) - 0.05*(CBO)$	تناسب عملکرد
$-0.09*(NOC) - 0.09*(DIT) + 0.09*(COP) + 0.09*(LCOM) - 0.09*(NOAT) + 0.18*(NOAC) - 0.18*(NOS) + 0.18*(NOSI) + 0.18*(COC) - 0.09*(NOCP) + 0.18*(NOD) - 0.18*(NOT) + 0.18*(MSDK) - 0.18*(BSMC) - 0.09*(WKL) + 0.09*(LOCL) - 0.09*(XML) + 0.09*(NTO) + 0.18*(NET) + 0.09*(I/O) + 0.18*(SQL) + 0.18*(BMAP) + 0.09*(NOCH) + 0.09*(PIV) + 0.09*(NBI) + 0.09*(NOM) - 0.18*(IPM) - 0.09*(CC) + 0.09*(LOC) - 0.18*(VQTY) - 0.09*(RFC) - 0.18*(TCC) + 0.18*(LCC) + 0.18*(IFC) + 0.09*(CBO)$	قابلیت اطمینان
$-0.09*(NOC) + 0.09*(DIT) - 0.09*(COP) - 0.09*(LCOM) + 0.09*(NOAT) + 0.18*(NOAC) + 0.09*(NOS) + 0.18*(NOSI) + 0.18*(COC) + 0.09*(NOBR) - 0.09*(NOCP) + 0.09*(NOD) + 0.18*(NOT) - 0.18*(MSDK) + 0.18*(TSDK) - 0.18*(NOI) + 0.09*(BSMC) - 0.18*(WKL) + 0.18*(LOCL) + 0.09*(XML) + 0.09*(NTO) - 0.09*(NET) - 0.09*(I/O) + 0.09*(SQL) + 0.18*(BMAP) + 0.18*(NOCH) + 0.09*(PIV) - 0.09*(NBI) - 0.18*(IPM) - 0.09*(CC) - 0.18*(WMC) - 0.18*(RFC) + 0.18*(TCC) - 0.09*(LCC) + 0.09*(IFC) + 0.09*(CBO)$	کارایی عملکرد
$+0.16*(NOC) - 0.33*(DIT) + 0.33*(LCOM) + 0.33*(NOAT) + 0.33*(NOAC) - 0.16*(NOSI) - 0.33*(COC) - 0.33*(NOBR) - 0.33*(NOCP) + 0.16*(NOD) + 0.16*(NOI) + 0.16*(BSMC) - 0.33*(WKL) + 0.33*(LOCL) + 0.16*(XML) + 0.33*(NTO) - 0.33*(SQL) + 0.33*(NOCH) - 0.33*(PIV) - 0.16*(APD) - 0.16*(NBI) + 0.16*(NOM) + 0.33*(IPM) + 0.16*(CC) - 0.33*(VQTY) + 0.16*(RFC) + 0.33*(TCC) + 0.33*(LCC) - 0.16*(IFC) - 0.16*(CBO)$	قابل حمل بودن
$+0.14*(DIT) + 0.28*(COP) - 0.14*(LCOM) - 0.28*(NOAT) - 0.14*(NOAC) + 0.14*(NOS) + 0.14*(NOSI) + 0.28*(COC) + 0.28*(NOBR) - 0.28*(NOCP) - 0.28*(NOD) - 0.14*(NOT) + 0.28*(MSDK) + 0.14*(TSDK) + 0.28*(NOI) + 0.28*(BSMC) - 0.14*(WKL) - 0.14*(LOCL) - 0.28*(XML) - 0.14*(NTO) + 0.14*(NET) - 0.28*(SQL) + 0.28*(BMAP) - 0.14*(NOCH) - 0.14*(PIV) + 0.14*(NBI) + 0.14*(CC) + 0.28*(WMC) + 0.14*(LOC) + 0.28*(VQTY) + 0.28*(RFC) + 0.28*(TCC) - 0.28*(LCC) + 0.14*(IFC) + 0.28*(CBO)$	قابلیت نگهداری
$+0.28*(NOC) - 0.28*(DIT) + 0.28*(COP) + 0.14*(LCOM) - 0.28*(NOAT) - 0.28*(NOAC) + 0.14*(NOS) - 0.14*(NOSI) - 0.28*(COC) + 0.14*(NOBR) + 0.28*(NOD) + 0.14*(NOT) + 0.28*(MSDK) + 0.28*(TSDK) - 0.14*(NOI) + 0.28*(BSMC) - 0.28*(WKL) - 0.28*(LOCL) - 0.14*(GPS) - 0.14*(XML) + 0.28*(NTO) + 0.14*(NET) + 0.14*(I/O) + 0.28*(NOCH) - 0.14*(APD) - 0.28*(NOM) - 0.14*(IPM) + 0.28*(CC) - 0.14*(WMC) - 0.14*(LOC) - 0.28*(VQTY) + 0.28*(RFC) - 0.28*(LCC) + 0.28*(IFC)$	یکپارچگی داده
$+0.33*(DIT) + 0.16*(COP) - 0.33*(LCOM) + 0.16*(NOAC) + 0.33*(NOS) - 0.33*(NOSI) - 0.16*(COC) + 0.33*(NOBR) - 0.33*(NOCP) - 0.16*(NOD) + 0.33*(MSDK) - 0.33*(TSDK) + 0.16*(BSMC) + 0.16*(LOCL) + 0.33*(GPS) + 0.33*(XML) + 0.33*(NTO) + 0.16*(NET) - 0.16*(SQL) + 0.33*(BMAP) - 0.33*(NOCH) - 0.33*(PIV) - 0.33*(APD) - 0.16*(NBI) - 0.33*(NOM) + 0.33*(IPM) - 0.33*(CC) + 0.33*(LOC) + 0.16*(VQTY) + 0.16*(RFC) + 0.16*(TCC) + 0.16*(LCC) - 0.33*(IFC) - 0.16*(CBO)$	قابلیت استفاده
$+0.22*(DIT) - 0.22*(COP) - 0.22*(LCOM) - 0.22*(NOAT) - 0.22*(NOAC) - 0.11*(NOS) + 0.22*(COC) - 0.22*(NOBR) + 0.11*(NOCP) - 0.11*(NOD) - 0.22*(NOT) + 0.22*(MSDK) + 0.22*(TSDK) + 0.11*(BSMC) + 0.11*(LOCL) + 0.11*(GPS) + 0.11*(XML) + 0.11*(NTO) - 0.22*(I/O) + 0.11*(SQL) + 0.11*(BMAP) + 0.22*(PIV) + 0.11*(NBI) - 0.11*(CC) + 0.11*(VQTY) + 0.11*(IFC) + 0.22*(CBO)$	امنیت
$+0.14*(NOC) - 0.14*(DIT) + 0.14*(COP) + 0.14*(LCOM) - 0.28*(NOAT) + 0.28*(NOAC) + 0.14*(NOS) - 0.14*(NOSI) + 0.14*(COC) + 0.14*(NOBR) + 0.28*(NOCP) + 0.14*(NOD) - 0.28*(NOT) + 0.14*(BSMC) + 0.28*(WKL) + 0.14*(LOCL) + 0.28*(XML) - 0.28*(NET) - 0.28*(I/O) + 0.14*(SQL) - 0.14*(BMAP) - 0.28*(NOCH) + 0.14*(PIV) + 0.28*(NBI) + 0.14*(NOM) + 0.28*(CC) - 0.28*(WMC) - 0.14*(LOC) + 0.14*(RFC) - 0.28*(TCC) - 0.14*(LCC) + 0.14*(IFC) - 0.14*(CBO)$	سازگاری

$+0.2*(DIT) - 0.1*(COP) - 0.1*(LCOM) - 0.1*(NOAT) - 0.1*(NOAC) - 0.1*(NOS) +$ $0.1*(NOSI) - 0.2*(COC) + 0.1*(NOBR) + 0.1*(NOCP) + 0.2*(NOD) + 0.1*(MSDK)$ $+ 0.2*(NOI) + 0.1*(TSDK) + 0.1*(BSMC) + 0.2*(WKL) - 0.2*(LOCL) + 0.1*(GPS) + 0.1*(XML)$ $- 0.2*(SQL) - 0.2*(BMAP) + 0.2*(NOCH) - 0.1*(PIIV) + 0.1*(APD) - 0.1*(NBI) + 0.2*(NOM)$ $+ 0.1*(CC) - 0.1*(WMC) - 0.2*(VQTY) - 0.1*(RFC) - 0.1*(TCC) + 0.2*(LCC) + 0.2*(IFC) -$ $0.2*(CBO)$	ایمنی
---	-------

ارزیابی مدل و نتایج

در این فصل، اعتبارسنجی و ارزیابی مدل کیفیت و نتایج مطالعات موردی ارائه شده است. بخش اول شامل اعتبارسنجی مدل کیفیت بدافزارهای اندروید و تعیین مقیاس رتبه بندی برای ویژگی های کیفیت است. بخش دوم شامل اطلاعاتی در مورد انتخاب بدافزارهای اندروید برای مطالعه موردی است. بخش سوم شامل اطلاعاتی در مورد جمع آوری و عادی سازی شاخصه است. نتایج در بخش چهارم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

اعتبارسنجی مدل

با توجه به مطالعه مقالات از نحوه تست مدل های کیفیت متداول ترین روش ارزیابی از طریق خبرگان در این حرفه و انتخاب این نوع ارزیابی به علت کیفیت و کمی بودن مقادیر می باشد و به منظور تأیید مقادیر محاسبه شده مدل کیفیت برنامه اندروید، از گروهی متشکل از سه ارزیاب مستقل برای مطالعه کیفیت دو برنامه استفاده شده است. همه ارزیابان چهار تا پنج سال تجربه در توسعه نرم افزار داشتند و دانش برنامه نویسی بدافزار اندروید را داشتند. برای انتخاب برنامه از سایت Malware Fox که فهرستی از ویروس های اندرویدی می باشد، برنامه هنر نقاشی انتخاب شده است و با استفاده از برنامه Apktools برنامه دیکد شده است و از کد منبع دسترسی گرفته شده است. دو نسخه از برنامه اندروید هنر نقاشی به عنوان مجموعه تأیید اعتبار انتخاب شده است: اولین نسخه و آخرین نسخه. برنامه هنر نقاشی اندروید یک بدافزار در قالب بازی نقاشی ساده است که از ۴۰۵ KB تشکیل شده است و معیارهای مورد انتظار را فراهم می کند و در لیست برنامه های بدافزار شناخته شده اندروید ۲۰۲۳ می باشد. (Thakkar, ۲۰۲۰)

سه ارزیاب مستقل کدهای منبع هنر نقاشی نسخه ۱ و هنر نقاشی نسخه ۳۰۰۰ را تجزیه و تحلیل کردند و ویژگی های کیفیت را محاسبه کرده اند. شرکت کنندگان هر یک از ویژگی های کیفیت را در محدوده [۰، ۱۰] امتیاز دادند. جدول ۱-۴ نمرات ۳ ارزیاب و مقادیر میانگین ویژگی های کیفیت را نشان می دهد.

جدول ۴. امتیازات رتبه بندی برای برنامه هنر نقاشی

۱ هنر نقاشی نسخه				۳۰۰۰ هنر نقاشی نسخه				
ارزیاب ۱	ارزیاب ۲	ارزیاب ۳	میانگین	ارزیاب ۱	ارزیاب ۲	ارزیاب ۳	میانگین	محاسبات
۵	۶	۸	۶.۳۳	۶	۶	۱۰	۷.۳۳	تناسب عملکرد
۴	۵	۳	۴	۹	۵	۷	۷	قابلیت اطمینان
۸	۸	۷	۷.۶۶	۴	۶	۱۰	۶.۶۶	کارایی عملکرد
۳	۷	۵	۵	۱۰	۶	۵	۷	قابل حمل بودن

۷.۳۳	۷	۱۰	۵	۷.۳۳	۱۰	۶	۶	قابلیت نگهداری
۶.۳۳	۱۰	۴	۵	۵.۳۳	۵	۵	۶	یکپارچگی داده
۶.۶۶	۸	۷	۵	۶.۳۳	۴	۸	۷	قابلیت استفاده
۵.۶۶	۷	۵	۵	۵.۶۶	۵	۶	۶	امنیت
۷.۳۳	۷	۷	۸	۶	۹	۶	۳	سازگاری
۶.۳۳	۶	۸	۵	۶.۶۶	۵	۹	۶	ایمنی

پس از دریافت امتیاز ارزیابان، کد منبع برنامه‌های کاربردی انتخاب شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و امتیازات کیفی دو توزیع محاسبه شد. به منظور محاسبه نمرات کیفیت، ابتدا معیارهای دو توزیع با استفاده از روش شرح داده شده در بخش ۳.۳ جمع آوری شد. از آنجایی که معیارهایی با مقادیر دامنه متفاوت در حین محاسبه ویژگی‌های کیفیت جمع آوری شد، این مقادیر باید نرمال می‌شدند. معیارها با نرمال سازی Min-Max [۲۸] در محدوده [۰، ۱] نرمال می‌شوند.

ده ویژگی کیفیت شناسایی شده با استفاده از فرمول‌های شرح داده شده در جدول ۳ محاسبه شد. مقادیر متریک نرمال شده برای هر فرمول استفاده شد. جدول ۵ مقادیر ۱۰ ویژگی کیفیت محاسبه شده برای دو توزیع هنر نقاشی را نشان می‌دهد.

از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی اینکه آیا بین نمرات ارزیاب‌ها و نتایج مدل کیفیت همبستگی وجود دارد یا خیر استفاده شد. مقادیر ضرایب ۱۰ جفت با استفاده از آمار (Mehmood et al., ۲۰۲۲) IBM SPSS به دست آمد. مشخص شد که بین دو مجموعه داده با مقدار ضریب ۰/۶۹۷ همبستگی آماری معناداری وجود دارد. این همبستگی مدل کیفیت اندروید ایجاد شده در مطالعه ما را تأیید می‌کند و از قابلیت اطمینان مدل پشتیبانی می‌کند.

جدول ۵. ویژگی‌های کیفیت محاسبه شده برای برنامه هنر نقاشی

هنر نقاشی ۱ نسخه	هنر نقاشی ۳۰۰۰ نسخه ARFQM	
۴.۳۱۴	۴.۱۱۸	تناسب عملکرد
۳.۹۲۲	۵.۸۸۲	قابلیت اطمینان
۴.۷۱۷	۵.۴۷۲	کارایی عملکرد
۷.۰۸۳	۴.۷۹۲	قابل حمل بودن

۵.۴۵۵	۴.۷۲۷	قابلیت نگهداری
۶.۵۴۵	۴.۳۶۴	یکپارچگی داده
۵.۹۲۶	۳.۷۰۴	قابلیت استفاده
۵.۳۴۹	۵.۳۴۹	امنیت
۴.۶۸۱	۶.۱۷۰	سازگاری
۶.۸۸۰	۵.۲۰۸	ایمنی

تعیین مقیاس ارزش گذاری. به منظور استخراج اطلاعات در مورد نتایج، امتیاز کیفی ویژگی های کیفی برنامه های اندروید برای ارزیابی تعیین شد. مقیاس رتبه بندی شامل شش دسته است: ۰-۰.۹۹ بسیار ضعیف، ۱-۲.۹۹ ضعیف، ۳-۴.۹۹ مناسب، ۵-۶.۹۹ خوب، ۷-۸.۹۹ بسیار خوب و ۹-۱۰ عالی. مقیاس رتبه بندی برای نتایج ویژگی های کیفیت اعمال شد. ویژگی های کیفیت با مدل کیفیت اندروید برای برنامه هنر نقاشی محاسبه شده است و مقادیر رتبه بندی در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. دسته بندی ویژگی های کیفی برنامه هنر نقاشی

هنر نقاشی ۳.۰.۰ نسخه	هنر نقاشی ۱ نسخه	
ARFQM	ARFQM	
۴.۳۱۴	۴.۱۱۸	تناسب عملکرد
مناسب	مناسب	
۳.۹۲۲	۵.۸۸۲	قابلیت اطمینان
مناسب	خوب	
۴.۷۱۷	۵.۴۷۲	کارایی عملکرد
مناسب	خوب	
۷.۰۸۳	۴.۷۹۲	قابل حمل بودن
بسیار خوب	مناسب	
۵.۴۵۵	۴.۷۲۷	قابلیت نگهداری

خوب	مناسب	
۶.۵۴۵	۴.۳۶۴	یکپارچگی داده
خوب	مناسب	
۵.۹۲۶	۳.۷۰۴	قابلیت استفاده
خوب	مناسب	
۵.۳۴۹	۵.۳۴۹	امنیت
خوب	خوب	
۴.۶۸۱	۶.۱۷۰	سازگاری
مناسب	خوب	
۶.۸۸	۵.۲۰۸	ایمنی
خوب	خوب	

تجزیه و تحلیل نتایج

مقادیر ۱۰ ویژگی کیفیت تعریف شده با فرمول های توضیح داده شده در جدول ۳ محاسبه شد. نمودارهای ویژگی کیفیت بر اساس این مقادیر محاسبه شده ترسیم می شوند. در این مقاله، یک مدل کیفیت برای بدافزارهای اندرویدی پیشنهاد شده است. این مدل با استفاده از ویژگی های کیفیت سنتی که در استاندارد کیفیت نرم افزار ISO/IEC SquaRE تعریف شده اند و ویژگی های کیفیت قابل اجرا مختار شده، توسعه یافته است. در ادامه، معیارهای کد منبع و ویژگی های کیفیت جدید برای اندروید شناسایی شده اند. هشت معیار جدید خاص اندروید شناسایی شده اند که به ویژگی های کیفیت علاوه بر ویژگی های کیفیت قبلی، «یکپارچگی داده و ایمنی» را به عنوان یک مشخصه انتخاب کرده اند. رابطه معیارهای کد منبع و ویژگی های کیفیت با انجام یک نظرسنجی در برنامه نویسان اندروید مشخص شده است. مدل کیفیت برنامه های اندروید توسعه داده شده و در دو نسخه مختلف بدافزار اندروید منبع باز در یک مطالعه موردی اعمال شده است تا کاربردی بودن مدل را نشان دهد. این مدل قابل تنظیم برای برنامه های اندروید خاص است و توسعه دهندگان می توانند آن را با توجه به نیازهای خود تغییر دهند. این مطالعه با شناسایی معیارهای کد منبع شروع شده و یک مدل کیفیت برای بدافزارهای اندرویدی ارائه داده است. تغییرات مشهود در ارائه مدل پیشنهادی و در آمارگیری نشان می دهد که مدل بهبود یافته و مطابق با اهداف و نوآوری های مورد نظر در نتیجه گیری ها است. به ویژه، تمرکز بر ویژگی ایمنی و بهبود در کیفیت بدافزارهای اندرویدی با استفاده از مدل پیشنهادی مشاهده شده است. (Manglapuz & Lacatan, ۲۰۱۹)

نتیجه‌گیری و کار آینده

در این مطالعه، یک مدل کیفی برای برنامه‌های اندرویدی پیشنهاد شده است. پیشنهاد ما یک مدل کلی است و توسعه‌دهندگان بدافزاری که برنامه‌های اندروید را توسعه می‌دهند، می‌توانند مدل کیفیت را با توجه به برنامه‌های خود تطبیق دهند.

در مطالعه ما در مورد ارزیابی کیفیت بدافزار موبایل که یک رشته جدید است، محدودیت‌هایی وجود دارد. اولین محدودیت، انتخاب شرکت‌کنندگان برای شرکت در تحقیق است. یک ایمیل به گروه‌های توسعه‌دهنده برنامه اندروید (لینکدین) ارسال شد. اگرچه پیام‌هایی برای گروه‌هایی در رسانه‌های اجتماعی برای جذب شرکت‌کنندگان از کشورهای مختلف ارسال شد، اما همه ۳۵ توسعه‌دهنده شرکت‌کننده در این تحقیق از ایران بودند. از آنجایی که ویژگی‌های توسعه‌دهندگان بدافزارها ممکن است با سایر کشورها متفاوت باشد، مطالعه‌ای که شامل توسعه‌دهندگان کشورهای دیگر می‌شود ممکن است نتایج متفاوتی به همراه داشته باشد. ما قصد داریم در کار آینده خود بر این محدودیت غلبه کنیم.

محدودیت بعدی مربوط به اندازه برنامه‌های کاربردی تلفن همراه مورد استفاده در اعتبارسنجی مدل است. از آنجایی که ارزیابی بدافزار یک کار پرزحمت است، از برنامه‌های کاربردی با اندازه متوسط استفاده شد. هدف آن گسترش مطالعه برای اعتبارسنجی آن در کاربردهای مقیاس بزرگ‌تر است.

در محدوده این مطالعه، هشت ویژگی در مدل کیفیت محصول گنجانده شد، اما ویژگی‌های فرعی این هشت ویژگی گنجانده نشد. همچنین قرار است این ویژگی‌های فرعی از نظر ارزیابی کیفیت اپلیکیشن موبایل مورد بررسی قرار گیرد.

برخی بهبودها در مدل کیفیت در مطالعات آتی انجام خواهد شد. برنامه‌ریزی شده است تا معیارهای کد منبع برنامه‌های تلفن همراه را در مقیاس بزرگ‌تر تجزیه و تحلیل آماری کند و پلتفرم‌های مختلف تلفن همراه (مانند Windows Mobile، iOS) را در مدل کیفیت گنجانده شود. به منظور مؤثرتر کردن نتایج سیستم، مدلی برای جمع‌آوری داده‌ها از توسعه‌دهندگان بدافزار بیشتر، از جمله توسعه‌دهندگان اپلیکیشن موبایل در کشورهای مختلف، توسعه خواهد یافت. علاوه بر این، ارزیابی‌کنندگان بیشتری برای اعتبارسنجی مدل کیفیت در مطالعه گنجانده خواهند شد. افزایش تعداد ارزیاب‌ها باعث افزایش پایایی مدل نیز می‌شود.

منابع

- Ali, M. A., Yap, N. K., Ghani, A. A. A., Zulzalil, H., Admodisastro, N. I., & Najafabadi, A. A. (۲۰۲۲). A systematic mapping of quality models for AI systems, software and components. *Applied Sciences*, ۱۲(۱۷), ۸۷۰۰.
- Alnaish, Z. A. H., & Hasoon, S. O. (۲۰۲۲). Software Quality Measurement Analysis based on Techniques, Criteria, Metrics, Models, and Datasets. ۸th ۲۰۲۲th International Conference on Contemporary Information Technology and Mathematics (ICCITM),
- Auda, R., Subriadi, A., Tjahyanto, A., & Wulandari, A. (۲۰۲۱). Measuring software quality with usability, efficiency, and portability characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*,
- Barraood, S. O., Mohd, H., & Baharom, F. (۲۰۲۲). An initial investigation of the effect of quality factors on Agile test case quality through experts' review. *Cogent Engineering*, ۹(۱), ۲۰۸۲۱۲۱.
- Colakoglu, F. N., Yazici, A., & Mishra, A. (۲۰۲۱). Software product quality metrics: A systematic mapping study. *IEEE Access*, ۹, ۴۴۶۷۰-۴۴۶۴۷.
- Dalla Palma, S., Di Nucci, D., Palomba, F., & Tamburri, D. A. (۲۰۲۰). Toward a catalog of software quality metrics for infrastructure code. *Journal of Systems and Software*, ۱۷۰, ۱۱۰۷۲۶.
- Diamantopoulos, T., Papamichail, M. D., Karanikiotis, T., Chatzidimitriou, K. C., & Symeonidis, A. L. (۲۰۲۰). Employing contribution and quality metrics for quantifying the software development process. *Proceedings of the ۱۷th International Conference on Mining Software Repositories*,
- Fawareh, H. (۲۰۲۰). Software quality model for maintenance software purposes. *Int. J. Eng. Res. Technol*, ۱۳(۱), ۱۶۲-۱۵۸.
- Irawan, Y. I., & Negara, E. S. (۲۰۲۲). Evaluation of Software Quality Assurance Silampari Smart City Of Lubuklinggau Based On ISO/IEC ۲۵۰۱۰: ۲۰۱۱ Analysis Model. ۲۰۲۲ International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS),
- Manglapuz, S. J. R., & Lacatan, L. L. (۲۰۱۹). Academic management android application for student performance analytics: A comprehensive evaluation using ISO ۲۵۰۱۰: ۲۰۱۱. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng*, ۸(۱۲), ۵۰۸۹-۵۰۸۵.

- Mehmood, S., Umer, M., Zahid, M. M., & Maqsoom, A. (۲۰۲۲). Marketing and Its Impact on Service Quality in the Healthcare Industry of Pakistan. *International Journal of Business and Society*, ۱۲۸۵-۱۲۶۷, (۲)۲۳
- Nyári, N., & Kerti, A. (۲۰۲۱). Review of software quality related iso standards. *Biztonságtudományi Szemle*, ۳(۲), ۷۲-۶۱
- Peters, E., & Aggrey, G. K. (۲۰۲۰). An ISO ۲۵۰۱۰-based quality model for ERP systems. *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.* ۵۸۳-۵۷۸, (۲)۵ ,
- Pramanik, P. K. D., Sinhababu, N., Mukherjee, B., Padmanaban, S., Maity, A., Upadhyaya, B. K., Holm-Nielsen, J. B., & Choudhury, P. (۲۰۱۹). Power consumption analysis, measurement, management, and issues: A state-of-the-art review of smartphone battery and energy usage. *IEEE Access*, ۷, ۱۸۲۱۷۲-۱۸۲۱۱۳
- Thakkar, J. J., & Thakkar, J. J. (۲۰۲۰). Applications of structural equation modelling with AMOS ۲۱, IBM SPSS. *Structural Equation Modelling: Application for Research and Practice (with AMOS and R)*, ۸۹-۳۵
- Yilmaz, R., & Buzluca, F. (۲۰۲۱). A Fuzzy Quality Model to Measure the Maintainability of Microservice Architectures. ۲۰۲۱nd International Informatics and Software Engineering Conference (IISEC) ,
- Zhang, C., Li, B., Wang, L., Xu, H & ,Shao, T. (۲۰۲۳). A Hierarchical Model for Quality Evaluation of Mixed Source Software Based on ISO/IEC ۲۵۰۱۰. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, ۳۳(۰۲), ۲۰۵-۱۸۱

Providing a qualitative model of mobile network malware based on Android operating system

Alireza Faraji

Dr.Hamid Akbari

Abstract

In the field of Android software production, the increasing number of programs and malware has increased the risk in sensitive missions such as military missions. These programs collect information and conduct intelligent attacks on the network platform; Therefore, the necessity of making high-quality software and appropriate quality models has become very important. Researchers have developed Android quality models, but these models have problems. For example, the benchmarks are not intended for mobile-specific measurements and the models are not applied to Android apps. Based on the studies, eight new Android-specific metrics have been identified that have been added to the quality attributes. These criteria also include "data integrity and security". Through a survey of Android developers, the relationship between source code criteria and determined quality characteristics and the reliability of the survey have been investigated using Cronbach's alpha statistics. The results show that the quality model of Android applications is associated with acceptable reliability. Also, T-Test was used to calculate the difference between the results of the quality model and the evaluators' scores, and a significant statistical correlation between the two data sets was confirmed. These results show that the quality model has good reliability and support.

Keywords: Malware quality, mobile malware, quality model, Android applications, ISO/IEC SquaRE standard