«پژوهشگر گرامی»

صفحاتی راکه مشاهده می فرمائید، گزیده ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل :

- صفحه روی جلد
- چکیده فارسی و انگلیسی
- صفحه اول مقدمه
- منابع
- فهرست مطالب
- پیشنهادات

برای مشاهده فرمت دیجیتالی پایان نامه ها / رساله ها می توانید به آدرس ذیل مراجعه کنید:

http://lib.uok.ac.ir:8080

در صورت به وجود آمدن هرگونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتال به بخش پایان نامه ها و منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد مراجعه نموده و تماس بگیرید!

شماره تماس ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶

دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه صنایع

رساله دکتری رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

عنوان:
توسعه روش‌هایی برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه-بندی شده ترتیبی

پژوهشگر:
احمد حکیمی

استاد راهنما:
دکترهیوا فاروقی

اساتید مشاور:
دکتر جمال ارکات
دکتر امیرحسین امیری

تیر ۱۴۰۱

دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه صنایع

رساله دکتری رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

عنوان:
توسعه روش‌هایی برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه-بندی شده ترتیبی

پژوهشگر:

احمد حکیمی

استاد راهنما:

دکترهیوا فاروقی

اساتید مشاور:

دکتر جمال ارکات

دکتر امیرحسین امیری

تیر ۱۴۰۱

دانشگاه کردستان

دانشکده مهندسی

گروه صنایع

رساله دکترا رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

عنوان:

توسعه روش‌هایی برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده ترتیبی

پژوهشگر:

احمد حکیمی

در تاریخ ۲۰ / ۰۴ / ۱۴۰۱ توسط کمیته تخصصی وهیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ۱۹/۷ و درجه عالی به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱ـ استاد راهنما	دکتر هیوا فاروقی	دانشیار	
۲ـ استاد مشاور اول	دکترامیرحسین امیری	استاد	
۳ـ استاد مشاور دوم	دکتر جمال ارکات	استاد	
۴ـ استاد داور خارجی اول	دکتر علی سلماس نیا	دانشیار	
۵ـ استاد داور خارجی دوم	دکتر امیرمحمد گل‌محمدی	استادیار	
۶ـ استاد داور داخلی	دکتر محمود شهرخی	دانشیار	

مهر و امضاء معاون پژوهشی دانشکده

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

چکیده

امروزه در بسیاری از کاربردهای پایش فرآیندهای آماری، از متغیرهایی استفاده می‌شود که علاوه بر تمرکز بر توزیع متغیرها، وجود همبستگی معنادار بین آنها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. براین اساس، فرآیندهای مختلفی همچون فرآیندهای چندمتغیره کمی و فرآیندهای چندمتغیره کیفی تعریف می‌شوند. تاکنون تحقیقات مختلفی در حوزه پایش فرآیندهای چندمتغیره کمی با درنظر گرفتن شرایط مختلف برای فرآیند ارائه شده است. اما آنچه که کمتر مورد توجه محققین قرار گرفته است، پایش فرآیندهای چندمتغیره کیفی با مشخصه‌های طبقه‌بندی شده می‌باشد. در این تحقیق بدنبال ارائه و توسعه رویکردهای مختلفی به منظور پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده هستیم که برای نمایش اولیه آن از جدول توافقی استفاده شده است. نکته حائز اهمیت آنکه تحقیقات مختلفی در حوزه پایش فرآیندهای چندمتغیره اسمی تاکنون انجام پذیرفته است که این تحقیق با هدف توسعه این دسته از پژوهش‌ها، رویکردهای جدیدی به منظور پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده مبتنی بر داده‌های ترتیبی در هر دو فاز ۱ و ۲ ارائه داده است.

در این تحقیق ابتدا به پایش فاز ۱ فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی پرداخته می‌شود. بدین منظور آماره‌های MR و آزمون نسبت درستنمایی استاندارد (SLRT) برای پایش‌این دسته از فرآیندها مبتنی بر مدل لگاریتم خطی ترتیبی توسعه داده شده است. علاوه‌براین، در پایش فاز ۱، مقادیر پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی نامعلوم است و باید تخمین زده شود که در این تحقیق از الگوریتم نیوتن-رافسون برای این منظور استفاده شده است. نتایج محاسبات شبیه‌سازی شده در فاز ۱ نشان دهنده عملکرد بهتر روش MR در کشف تغییرات کوچک و متوسط در پارامترهای فرآیند است. همچنین به منظور نشان دادن عملکرد مناسب روش‌های پیشنهادی در دنیای واقعی، از یک مجموعه داده در صنعت داروسازی با تمرکز بر فرآیند آزمایش انحلال به مدت ۶ دوره زمانی استاندارد استفاده شده است.

در پایش فاز ۲ فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی، نمودارهای کنترل MR و MG-p توسعه داده شدند. نتایج تحقیق مبتنی بر شاخص متوسط طول دنباله که تحت تغییرات کوچک، متوسط و بزرگ در پارامترهای مدل لگاریتم خط ترتیبی بدست آمده، حاکی از عملکرد بهتر آماره MR در اکثر تغییرات است. همچنین در همین فاز، آماره دیگری تحت عنوان آماره ترتیبی-نرمال چندمتغیره (MONS) توسعه یافت. به منظور ارزیابی عملکرد این آماره، مقادیر متوسط طول دنباله تحت تغییرات مختلف در پارامتر مدل، با آماره Generalized-p مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج حاکی از عملکرد بهتر آماره MONS می‌باشد. علاوه براین، برای بررسی عملکرد این نمودارهای کنترل در فضای واقعی، از یک مثال عددی در حوزه مراقبت سلامت که توسط[۱] ارائه شد، مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مثال عددی واقعی نیز بیانگر عملکرد مناسب روش پیشنهادی در این بخش است.

کلمات کلیدی: پایش فرآیندهای آماری، جداول توافقی، مدل لگاریتم خطی ترتیبی، نمودار کنترل.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات پژوهش ۱

۱-۱- بیان مسئله ۱

۱-۲- مفروضات مسئله ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۴- نوآوری‌های تحقیق ۳

۱-۴-۱- پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در فاز ۱ ..... ۴

۱-۴-۲- بکارگیری مطالعه موردی واقعی در صنعت دارو ۴

۱-۴-۳- توسعه رویکردهای پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در فاز ۲ ..... ۴

۱-۵- سوالات تحقیق ۴

۱-۶- کاربردهای تحقیق ۴

۱-۷- ساختار پایان نامه ۵

فصل دوم: مروری ادبیات و پیشینه پژوهش ۷

۲-۱-کلیات ۷

۲-۲- مروری بر مدل‌های خطی تعمیمیافته ۸

۲-۳- مروری بر تحقیقات حوزه مدل‌های خطی تعمیم یافته تک متغیره ۱۰

۲-۴- مروری بر پایش فرآیندهای تک متغیره ترتیبی ۱۴

۲-۴-۱- نمودار کنترل طبقه بندی شده ترتیبی ساده ۱۶

۲-۴-۲- نمودار کنترل p تعمیم یافته ۱۷

۲-۵- فرآیندهای خطی تعمیم یافته چندمتغیره ۱۷

۲-۵-۱- روش های تحلیل فرآیندهای چندمتغیره طبقه بندی شده ۱۸

۲-۵-۲- جداول توافقی ۱۹

۲-۵-۳- مدلسازی جداول توافقی ۲۱

۲-۵-۳-۱- مدل لگاریتم خطی اسمی ۲۲

۲-۵-۳-۲- فرم تعمیم‌یافته مدل لگاریتم خطی ۲۳

۲-۵-۳-۳- الگوریتم نیوتن-رافسون برای تخمین پارامترهای مدل لگاریتم خطی اسمی ۲۴

۲-۶- کاربردهای فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده ۲۴
۲-۶-۱- فرآیندهای چند متغیره اسمی ۲۵
۲-۶-۲- فرآیندهای چند متغیره ترتیبی ۲۷
۲-۷- پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی اسمی..... ۲۷
۲-۷-۱- پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی اسمی در فاز ۱..... ۲۸
۲-۷-۱-۱- رویکرد LRT برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه بندی شده اسمی در فاز ۱ ..... ۲۹
۲-۷-۱-۲- رویکرد T^2 برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده اسمی در فاز ۱ ..... ۳۱
۲-۷-۱-۳-آماره F برای پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه بندی شده اسمی در فاز۱. ۳۱
۲-۷-۱-۴- تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای چندمتغیره اسمی در فاز ۱ ..... ۳۳
۲-۷-۲- پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی اسمی در فاز ۲..... ۳۳
۲-۸- جمع بندی..... ۴۴
فصل سوم: روش‌های پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی ٤٥
۳-۱- مقدمه..... ۴۵
۳-۲- فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی ۴۶
۳-۲-۱- جدول توافقی ترتیبی ۴۶
۳-۲-۲- مدل لگاریتم خطی ترتیبی..... ۴۷
۳-۲-۳- مدل لگاریتم خطی ترتیبی تعمیم یافته ۴۸
۳-۳- پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی همبسته در فاز ۱ ..... ۴۸
۳-۳-۱- الگوریتم تک بُعدی نیوتن-رافسون برای تخمین پارامتر در فاز ۱..... ۴۸
۳-۳-۲- رویکرد آزمون نسبت درستنمایی برای پایش فاز ۱..... ۴۹
۳-۳-۳- رویکرد MR برای پایش فاز ۱ ..... ۵۱
۳-۴- پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی همبسته در فاز ۲ ..... ۵۲
۳-۴-۱- نمودار کنترل طبقه‌بندی شده ترتیبی چندمتغیره ۵۲
۳-۴-۲- نمودار کنترل Generalized-p چندمتغیره..... ۵۳
۳-۴-۳- نمودار کنترل ترتیبی-نرمال چندمتغیره ۵۴

۳-۵- جمع‌بندی ۵۵
فصل چهارم: ارزیابی عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی در فاز ۱ و ۲ ..... ٥٦
۴-۱- مقدمه ۵۶
٤-۲- ارزیابی عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی در فاز ۱ ..... ۵۷
۴-۲-۱- ارزیابی عملکرد مبتنی بر مطالعات شبیه‌سازی شده ۵۷
۴-۲-۱-۱- ارزیابی عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR ۵۸
۴-۲-۲- ارزیابی عملکرد مبتنی بر مطالعه موردی ۶۵
۴-۳- ارزیابی عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی در فاز ۲ ..... ۶۹
۴-۳-۱- عملکرد نمودار کنترل MR و MG-p در پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی ۶۹
۴-۳-۲- ارزیابی عملکرد مبتنی برمثال عددی (تحلیل مصرف داده) ۸۲
۴-۳-۳- ارزیابی عملکرد براساس تغییرات واقعی ۸۶
۴-۴- ارزیابی عملکرد نمودار کنترل ترتیبی-نرمال چندمتغیره ۸۷
۴-۴-۱- ارزیابی عملکرد نمودار پیشنهادی (شبیه سازی) ۸۷
۴-۴-۲- ارزیابی عملکرد نمودار پیشنهادی (واقعی) ۹۴
۴-۵- جمعبندی ۹۷
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ۹۸
۵-۱- جمع بندی ۹۸
۵-۲- پاسخ به سوالات تحقیق و تحلیل نتایج ۹۹
۵-۳- پیشنهادهایی برای انجام تحقیقات آینده ۱۰۰
مراجع ۱۰۳
پیوست ۱۰۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: دسته بندی انواع روش های تحلیل مسائل چندمتغیره با توجه به تعداد و نوع متغیرها . ۸

جدول ۲-۲: معرفی پارامترهای جدول توافقی اسمی ۲۰

جدول ۲-۳: خلاصه ادبیات تحقیق ۴۲

جدول ۴-۱: دادههای اولیه در قالب جدول توافقی ترتیبی ۵۷

جدول ۴-۲: $E\left(LRT_{m_1}\right)$ و $std\left(LRT_{m_1}\right)$ برای I=3, J=4 و k=20 ..... ۵۸

جدول ۴-۳: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات پلهای ($\tau=2$) ۶۰

جدول ۴-۴: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات پلهای ($\tau=5$) ۶۰

جدول ۴-۵: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات پلهای ($\tau=10$) ۶۱

جدول ۴-۶: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات تدریجی ($\tau=2$) ۶۱

جدول ۴-۷: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات تدریجی ($\tau=5$) ۶۲

جدول ۴-۸: عملکرد نمودارهای کنترل SLRT و MR تحت تغییرات تدریجی ($\tau=10$) ۶۲

جدول ۴-۹: مقادیر ARL و SDARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر ثابت ($\beta_0+\gamma.\sigma_{0\beta}$) ۷۱

جدول ۴-۱۰: مقادیر ARL و SDARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب اول ($\beta_1+\gamma.\sigma_{1\beta}$) ۷۱

جدول ۴-۱۱: مقادیر ARL و SDARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب دوم ($\beta_2+\gamma.\sigma_{2\beta}$) ۷۲

جدول ۴-۱۲: مقادیر ARL و SDARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر φ ($\varphi+\gamma.\sigma_{\varphi}$) ۷۲

جدول ۴-۱۳: مقادیر ARL و SDARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف سطرها و ستونهای برای تغییر در پارامتر ثابت ($\beta_0+\gamma.\sigma_{0\beta}$) ۷۷

جدول ۴-۱۴: مقادیر ARL و SDARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف سطرها و ستونهای برای تغییر در پارامتر شیب اول ($\beta_1+\gamma.\sigma_{1\beta}$) ۷۸

جدول ۴-۱۵: مقادیر ARL و SDARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف سطرها و ستونهای برای تغییر در پارامتر شیب دوم ($\beta_2+\gamma.\sigma_{2\beta}$) ۷۹

جدول ۴-۱۶: مقادیر ARL و SDARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف سطرها و ستونهای برای تغییر در پارامتر φ ($\varphi+\gamma.\sigma_{\varphi}$) ۸۰

جدول ۴-۱۷: جدول توافقی ترتیبی برای رفتار مصرف داده بین ۲۰۰۰ مشترک ۸۳

جدول ۴-۱۸: جدول توافقی ترتیبی رفتار مصرف داده پس از تبلیغات..... ۸۶
جدول ۴-۱۹: مقادیر ARL و SEARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر ثابت ($\beta_0+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_0}$) ۸۸
جدول ۴-۲۰: مقادیر ARL و SEARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب اول ($\beta_1+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_1}$) ۸۸
جدول ۴-۲۱: مقادیر ARL و SEARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب دوم ($\beta_2+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_2}$) ۸۹
جدول ۴-۲۲: مقادیر ARL و SEARL تحت تغییرات مختلف در پارامتر φ ($\varphi+\gamma.\sigma_{\hat{\varphi}}$)..... ۸۹
جدول ۴-۲۳: مقادیر ARL و SEARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف در تعداد سطرها و ستون برای تغییرات مختلف در پارامتر ثابت ($\beta_0+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_0}$) ۹۲
جدول ۴-۲۴: مقادیر ARL و SEARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف در تعداد سطرها و ستون برای تغییرات مختلف در پارامتر شیب اول ($\beta_1+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_1}$)..... ۹۲
جدول ۴-۲۵: مقادیر ARL و SEARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف در تعداد سطرها و ستون برای تغییرات مختلف در پارامتر شیب دوم ($\beta_2+\gamma.\sigma_{\hat{\beta}_2}$) ۹۳
جدول ۴-۲۶: مقادیر ARL و SEARL نمودارهای کنترل پیشنهادی تحت تغییرات مختلف در تعداد سطرها و ستون برای تغییرات مختلف در پارامتر φ ($\varphi+\gamma.\sigma_{\hat{\varphi}}$) ۹۳
جدول ۴-۲۷: امتیاز نوک شانه پس از جراحی لاپاراسکوپی ۹۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱: نمونه ای از جدول توافقی دو طرفه ۱۹

شکل ۲-۲: نمونه ای از جدول توافقی چند طرفه ۲۰

شکل ۴-۱: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۵٪ داده پرت در پارامتر ثابت ۶۳

شکل ۴-۲: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۵٪ داده پرت در پارامتر شیب اول ۶۳

شکل ۴-۳: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۵٪ داده پرت در پارامتر شیب دوم ۶۳

شکل ۴-۴: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۵٪ داده پرت در پارامتر شیب دوم φ ۶۳

شکل ۴-۵: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۱۵٪ داده پرت در پارامتر ثابت ۶۴

شکل ۴-۶: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۱۵٪ داده پرت در پارامتر شیب اول ۶۴

شکل ۴-۷: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۱۵٪ داده پرت در پارامتر شیب دوم ۶۴

شکل ۴-۸: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۱۵٪ داده پرت در پارامتر φ ۶۴

شکل ۴-۹: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۲۵٪ داده پرت در پارامتر ثابت ۶۵

شکل ۴-۱۰: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۲۵٪ داده پرت در پارامتر شیب اول ۶۵

شکل ۴-۱۱: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۲۵٪ داده پرت در پارامتر شیب دوم ۶۵

شکل ۴-۱۲: مقایسه عملکرد دو نمودار کنترل MR و SLRT تحت ۲۵٪ داده پرت در پارامتر φ ۶۵

شکل ۴-۱۳: نمایش شماتیک دستگاههای ۱ و ۲ برای آزمایش انحلال دارو ۶۷

شکل ۴-۱۴: نمایش شماتیک دستگاه ۳ برای آزمایش انحلال دارو ۶۷

شکل ۴-۱۵: نمایش شماتیک دستگاه ۴ برای آزمایش انحلال دارو ۶۸
شکل ۴-۱۶: عملکرد آماره SLRT برای انحلال دارو ۶۹
شکل ۴-۱۷: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای ثابت و شیب اول ۷۳
شکل ۴-۱۸: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای ثابت و شیب دوم ۷۴
شکل ۴-۱۹: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای شیب اول و دوم ۷۴
شکل ۴-۲۰: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای ثابت و φ ۷۵
شکل ۴-۲۱: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای شیب اول و φ ۷۵
شکل ۴-۲۲: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل تحت تغییرات همزمان در پارامترهای شیب دوم و φ ۷۶
شکل ۴-۲۳: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل با سه متغیر ترتیبی تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب دوم ۸۱
شکل ۴-۲۴: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل با چهار متغیر ترتیبی تحت تغییرات مختلف در پارامتر شیب دوم ۸۱
شکل ۴-۲۵: عملکرد نمودار کنترل MR تحت تغییر $0.1\sigma_{1\beta}$- در β_1 ..... ۸۴
شکل ۴-۲۶: عملکرد نمودار کنترل MG-p تحت تغییر $0.1\sigma_{1\beta}$- در β_1 ..... ۸۴
شکل ۴-۲۷: عملکرد نمودار کنترل MR تحت تغییر $0.1\sigma_{\varphi}$ در φ ۸۵
شکل ۴-۲۸: عملکرد نمودار کنترل MG-p تحت تغییر $0.1\sigma_{\varphi}$ در φ ۸۵
شکل ۴-۲۹: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل برای تغییرات همزمان در پارامترهای ثابت و شیب اول ۹۰
شکل ۴-۳۰: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل برای تغییرات همزمان در پارامترهای شیب اول و دوم ۹۱
شکل ۴-۳۱: مقایسه عملکرد نمودارهای کنترل برای تغییرات همزمان در پارامترهای شیب دوم و φ ۹۱
شکل ۴-۳۲: نمودار کنترل ترتیبی-نرمال چندمتغیره تحت تغییر $0.2\sigma_{\hat{\beta}_2}$- در β_2 ..... ۹۵

شکل ۴-۳۳: نمودار کنترل MG-p تحت تغییر $\sigma_{\hat{\beta}_2}$ 0.2- در β_2 ..... ۹۵
شکل ۴-۳۴: نمودار کنترل ترتیبی-نرمال چندمتغیره تحت تغییر $\sigma_{\hat{\phi}}$ 0.2 در φ ۹۶
شکل ۴-۳۵: نمودار کنترل MG-p تحت تغییر $\sigma_{\hat{\phi}}$ 0.2 در φ ۹۶

دانشگاه کردستان
University of Kurdistan

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- بیان مسئله

امروزه به منظور پایش کیفیت بسیاری از محصولات یا خدمات، از فرآیندهایی استفاده می‌شود که از تعداد زیادی متغیر همبسته با توزیع‌های غیر نرمال با محوریت توزیع برنولی برخوردارند. به این نوع از فرآیندها، فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده گفته می‌شود. به منظور نمایش و تحلیل چنین فرآیندهایی، استفاده از رویکردهای خطی با داده‌های متریک منجر به پاسخ‌های نادرست و عملکرد نامناسب در نمودارهای کنترل پیشنهادی برای پایش این فرآیندها خواهد شد.

بررسی داده‌های طبقه‌بندی شده چندمتغیره در دو مرحله مختلف قابل انجام است. مرحله اول، مرحله نمایش داده‌ها بطور همزمان است که برای نمایش ارتباط همزمان بین این متغیرها، از جدولی با عنوان جدول متقاطع یا جدول توافقی[۱] استفاده می‌شود. جداول توافقی برحسب نوع متغیرها، به جداول توافقی اسمی و ترتیبی دسته‌بندی شده که تفاوت این دو نوع از جداول براساس اولویت‌دار بودن یا نبودن طبقات مختلف متغیرها نسبت به یکدیگر است.

مرحله دوم بررسی فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده شامل مدلسازی داده‌های مربوطه است که به منظور مدلسازی مشاهدات جداول توافقی، از یک تابع ارتباطی آماری با نام مدل لگاریتم خطی استفاده شده که برحسب اسمی یا ترتیبی بودن آن، نوع مدل نیز متفاوت می‌باشد. لازم به ذکر است درصورتیکه طبقات مختلف متغیرهای موجود در جدول توافقی دارای اولویت نسبت به یکدیگر باشند، از جدول توافقی ترتیبی و برای مدلسازی آن نیز از مدل لگاریتم خطی ترتیبی استفاده

---

۱. Cross Table or Contingency Table

می‌شود. نکته دیگر آنکه، در حوزه پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در کنترل فرآیند آماری نیز شناخت صحیح داده‌ها و فرآیندهای مبتنی بر داده‌ها به منظور تعیین رویکردهای مناسب پایش از اهمیت به سزایی برخوردار است.

در این تحقیق که مبتنی بر پایش فرآیندهای طبقه‌بندی شده با حداقل ۲ متغیر ترتیبی همبسته می‌باشد از رویکردهای مختلفی به منظور پایش این فرآیندها در فازهای ۱ و ۲ استفاده شده است. بدین منظور ابتدا از جداول توافقی ترتیبی به منظور نمایش همزمان داده‌های ترتیبی همبسته استفاده شده و سپس مدل لگاریتم خطی ترتیبی برای مدلسازی ارتباطات بین مشاهدات و تعیین فرآیندهای مربوطه توسعه یافته است. سپس پایش این فرآیندها در دو فاز ۱ و ۲ با استفاده از مطالعات شبیه‌سازی شده مبتنی بر معیارهای توان آزمون و متوسط طول دنباله انجام شده است. بدین منظور در فاز ۱ پایش فرآیند، آماره‌های MR و SLRT از حالت تک متغیره که توسط لی و همکاران ارائه شده، به حالت چندمتغیره توسعه یافته است. همچنین در پایش فاز ۲، آماره‌های جدید MR، MG-p و MONS نیز توسعه یافته‌اند. همانطور که گفته شد به منظور ارزیابی عملکرد هریک از نمودارهای کنترل فوق، از مطالعات شبیه‌سازی شده مختلفی براساس تغییرات در پارامترهای مدل لگارستم خطی ترتیبی استفاده شده است. در پایش فاز ۱ این فرآیندها، ابتدا پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی با استفاده از الگوریتم نیوتن–رافسون تک بُعدی تخمین زده شده و با اِعمال تغییرات مختلف پله‌ای، تدریجی و تغییر از نوع داده پرت در پارامترهای مدل، عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی براساس معیار توان آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایش فاز ۲، با فرض معلوم بودن پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی، عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی با اِعمال تغییرات مختلف در پارامترهای مدل با استفاده از معیار متوسط طول دنباله بررسی و تحلیل شده است. علاوه‌براین به منظور بررسی عملکرد رویکردهای پیشنهادی در پایش فرایندهای مبتنی بر جداول توافقی بزرگتر، از تحلیل حساسیت های مبتنی بر جداول توافقی با تعداد سطرها و ستون‌های بیشتر نسبت به مثال‌های اولیه استفاده شده است.

ذکر این نکته لازم است که برای نمایش عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی در فاز ۱ در دنیای واقعی، از یک مطالعه موردی در صنعت دارو با تمرکز بر آزمایش انحلال استفاده شده است. همچنین در فاز ۲ پایش نیز، از یک مثال عددی واقعی در حوزه مراقبت–سلامت استفاده شده است.

۱-۲- مفروضات مسئله

همانگونه که بیان شد، در این تحقیق فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی در هر دو فاز ۱ و ۲ مورد پایش قرار می‌گیرند که در این راستا مفروضات ذیل قابل توجه است:

۱. متغیرهای مسئله بصورت گسسته طبقه‌بندی از نوع ترتیبی است.
۲. متغیرها از همبستگی معناداری برخوردارند و همچنین مسئله حاضر از نوع چندمتغیره است.
۳. مشاهدات درون جداول توافقی ترتیبی از توزیع چندجمله‌ای پیروی می‌کنند.
۴. مشاهدات درون سلول‌های همسایه، از همبستگی برخوردار نیستند.
۵. جداول توافقی مورد استفاده در شبیه‌سازی‌ها و مطالعه واقعی دارای ابعاد کوچک و متوسط هستند.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

با توجه به اینکه مشخصه‌های کیفی ترتیبی به عنوان متغیرهایی قابل استفاده می‌باشند که رتبه در آنها اهمیت داشته لذا از آنها می‌توان در مکان‌هایی که بین سطوح متغیرها برتری خاصی مدنظر است، تعریف شوند. آنچه که در اینجا حائز اهمیت است، آن است که تحقیقات پیشین باتوجه به تمرکز بر پایش فرآیندهای چندمتغیره اسمی (که در آنها ترتیب یا اولویت سطوح متغیرها بی اهمیت است)، توجهی به اهمیت رتبه‌بندی سطوح در مدلسازی و همچنین پایش فرآیند نداشته‌اند. اما باید به این نکته توجه داشت که با ورود به حوزه فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی (که تاکنون مورد توجه سایر محققین قرار نگرفته) علاوه بر درنظر گرفتن همبستگی و طبقه‌بندی بودن متغیرها، تاثیر رتبه‌بندی سطوح آنها نیز مورد توجه قرار خواهد گرفت.

۱-٤- نوآوری‌های تحقیق

همانگونه که پیشتر نیز بیان شد، پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی تاکنون توسط سایر محققین مورد بررسی قرار نگرفته است. بصورت کلی، می‌توان نوآوری‌های این تحقیق را به تفکیک فازهای پایش فرآیند بصورت ذیل تشریح کرد.

۱-٤-۱- پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در فاز ۱

در این قسمت، دو آماره MR و SLRT به منظور پایش فرآیند در فاز ۱ مبتنی بر آماره توان آزمون توسعه یافته است.

۱-٤-۲- بکارگیری مطالعه موردی واقعی در صنعت دارو

برای اولین بار، آزمایش انحلال در صنعت دارو با هدف ارزیابی عملکرد نمودارهای کنترل پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته است.

۱-٤-۳- توسعه رویکردهای پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در فاز ۲

در فاز ۲ پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی، سه آماره جدید توسعه یافته است.

- آماره MR
- آماره MG-p
- آماره MONS

۱-۵- سوالات تحقیق

۱. آماره‌های مناسب برای پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی در فاز ۱ کدامند؟
۲. رویکردها پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی شده در فاز ۲ چیست و تمایز این روش‌ها با روش‌های موجود در ادبیات چگونه است؟
۳. چه رویکردی را برای تخمین پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی در فاز ۱ پیشنهاد می‌دهید؟

۱-٦- کاربردهای تحقیق

تحقیقات مختلفی در حوزه کاربردهای جداول توافقی اسمی و ترتیبی در ادبیات این ابزار تحلیل آماری دیده شده است که در این قسمت به بخشی از آنها می‌پردازیم. به عنوان نمونه در حوزه پایش فرآیندهای صنعتی، براساس متغیرهایی همچون ماهیت ذرات معلق در فضای تولید (به منظور شناخت و مقابله با ذرات) و مکان قرارگیری ذرات معلق در فضا (با توجه به چگالی ذرات) می‌توان از جدول توافقی اسمی استفاده کرد. برهمین اساس، با جمع‌آوری مشاهدات در زمان‌های مختلف، امکان پایش آلودگی با استفاده از جداول توافقی مربوطه امکان‌پذیر خواهد بود.

در بخش دوم، عملکرد دو نمودار کنترل MG-p و ترتیبی-نرمال چندمتغیره مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. بدین منظور، از تعداد زیادی شبیه‌سازی براساس تغییرات مختلف در پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی استفاده شد و نتایج شبیه‌سازی‌ها بیانگر عملکرد بهتر نمودار کنترل ترتیبی-نرمال چندمتغیره در کشف وضعیت خارج از کنترل تحت تغییرات کوچک و متوسط در پارامترهای فرآیند است. همچنین در این بخش نیز از یک مثال عددی واقعی در حوزه مراقبت-سلامت استفاده شد که نتایج این بخش نیز، نتایج شبیه‌سازی‌ها را مورد تایید قرار داده است.

سوال ۳- چه رویکردی را برای تخمین پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی در فاز ۱ پیشنهاد می‌دهید؟

پاسخ ۳: همانگونه که بیان شد، در پایش فاز ۱ فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی، مقادیر پارامترهای مدل لگاریتم خطی ترتیبی نامعلوم بوده و باید تخمین زده شود. در این راستا، نکته حائز اهمیتی مطرح شد و آن هم استفاده از دو الگوریتم نیوتن-رافسون تک بُعدی برای تخمین پارامترهای ثابت و متغیر برای اثرات انفرادی و الگوریتم به و همکاران (۲۰۰۹) برای تخمین پارامتر اثرات متقابل است که در این تحقیق، از این الگوریتم ترکیبی استفاده شده است.

۵-۳- پیشنهادهایی برای انجام تحقیقات آینده

همانگونه که در بخش‌های قبلی نیز بیان شد، این تحقیق در ادامه تحقیق کامران‌راد (۱۳۹۵) که برای اولین بار در ایران با هدف پایش فرآیندهای چندمتغیره اسمی می‌باشد. بنابراین، تاکنون تحقیقات قابل توجهی در حوزه پایش جداول توافقی با متغیرهای اسمی و ترتیبی ارائه شده است. به منظور ادامه تحقیقات در حوزه پایش فرآیندهای چندمتغیره طبقه‌بندی شده می‌توان پشنهادات ذیل را ارائه کرد.

پیشنهادات مختلفی برای ادامه این تحقیق وجود داشته که عبارتند از:

۱. ارائه رویکردهای پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی بزرگ مقیاس در فازهای ۱ و ۲

پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی بزرگ مقیاس ترتیبی از موضوعات بسیار جدید و البته جذاب برای محققین می‌باشد. چراکه در این حوزه، علاوه بر تخمین پارامترها و مدلسازی و همچنین پایش فرآیندهای متناظر، روش‌های کوچک کردن ابعاد

جداول توافقی نیز بیاد مد نظر قرار گیرد که مجموع این رویکردها، می‌تواند پیشنهاد مناسبی برای تحقیقات آتی باشد.

۲. طراحی نمودارهای کنترل تطبیقی برای پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی ترتیبی

در تحقیقات موجود در حوزه پایش فرآیندهای چندمتغیره اسمی و ترتیبی، عملکرد نمودارهای کنترل براساس شاخص متوسط طول دنباله تحت تغییرات مختلف در پارامترهای مدل لگاریتم خطی بوده است. اما تاکنون از نمودارهای کنترل تطبیقی که براساس معیار متوسط مدت زمان تا هشدار[۱] (ATS) عمل می‌کند استفاده نشده که می‌توان آن را بعنوان پیشنهاد آتی مطرح کرد.

۳. ارائه رویکردهای تخمین نقطه تغییر در فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی

یکی از موضوعات مهم در پایش فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی، تخمین زمان واقعی اعلام هشدار در فرآیند است. همانطور که می‌دانید نقطه خارج از کنترل الزاما نقطه تغییر نبوده بلکه این نقطه می‌تواند در زمانی زودتر از نقطه خارج از کنترل اتفاق افتاده و سبب وضعیت هشدار در فرآیند شود. لذا این پیشنهاد برای پایش فرآیندهای مذکور در هریک از دو فاز ۱ و ۲ مناسب است.

۴. تشخیص پارامترهای عامل هشدار در فرآیندهای چندمتغیره ترتیبی

یکی دیگر از موضوعاتی که می‌توان بعنوان پیشنهاد آتی مطرح کرد، تشخیص پارامتر عامل هشدار در مدل لگاریتم خطی ترتیبی در هر یک از دو فاز ۱ و ۲ می‌باشد. نکته‌ای که باید به آن اشاره کرد آنست که در تشخیص عامل هشدار در فاز ۲ باید پارامتر ایجاد هشدار را تعیین کرد. این درحالیست که در تعیین عامل هشدار در فاز ۱، باید علاوه بر تعیین پارامتر عامل هشدار، شماره جدول توافقی ترتیبی که سبب ایجاد هشدار در فرآیند شده نیز تعیین شود.

---

۱. Average Time to Signal

۵. استفاده از آماره‌های معرفی شده جهت پایش فرآیندهای واقعی که چندین متغیر ترتیبی دارند.

با توجه به فرآیندهایی که بر روی آنها پژوهش انجام شده است می‌توان نتیجه گرفت حوزه کارایی این نوع فرآیندها زیاد است لذا می‌توان از این آماره‌ها در جهت پایش نمونه‌های واقعی استفاده کرد.

مراجع

[1]. Lumley, T. (1996). Generalized estimating equations for ordinal data: A note on working correlation structures. Biometrics, 52(1), 354-361.

[۲]. کامران راد، رضا.، امیری، امیرحسین.، اخوان نیاکی، سید تقی. (۱۳۹۵). ارائه رویکردهای پایش فرآیندهای چندمتغیره مبتنی بر جداول توافقی، رساله دکتری، دانشگاه شاهد.

[3]. Agresti A. (2002). Categorical date analysis, 2nd edition, John Wiley & Sons.

[4]. Woodall, W. H. and Montgomery, D. C. (1999). Research issues and ideas in statistical process control. Journal of Quality Technology, 31: 376-386.

[۵]. بشیری، م.، کامران‌راد، ر. (۱۳۹۴). روش‌های تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره با رویکرد کاربردی، دانشگاه شاهد.

[6]. Cullagh MC., Nelder J.A. (1995). Multivariate logistic models. Journal of the Royal Statistical society. Series B. 57: 533- 546.

[7]. Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. (1972). Generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 135(3), 370-384.

[8]. Amiri, A., Eyvazian, M., Zou, C., and Noorossana, R. (2012). A parameters reduction method for monitoring multiple linear regression profiles. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 58: 621-629.

[9]. Noorossana R., Eyvazian M., Amiri A. and Mahmoud M.A. (2010). Statistical monitoring of multivariate multiple linear regression profiles in Phase I with calibration application. Quality and Reliability Engineering International, 26: 291-303.

[10]. Eyvazian M., Noorossana R., Saghaei A. and Amiri A. (2011). Phase II monitoring of multivariate multiple linear regression profiles. Quality and Reliability Engineering International, 27: 281-296.

[11]. Zhou F., Wu D., Yang X and Jiao J. (2008). Ordinal logistic regression for affective product design. Proceedings s of the IEEE IEEM. 52: 1986-1990.

[12]. Deimirtas E. A., Anagun A. S., & Koksal G. (2009). Determination of optimal product styles by ordinal logistic regression versus conjoint analysis for kitchen faucets. International Journal of Industrial Ergonomics. 39: 866-875.

[13]. Huang B., Biro F. M and Dorn D. D. (2009). Determination of Relative Timing of Pubertal maturation through ordinal logisticnext term modeling: evaluation of growth and timing parameters. Journal of Adolescent Health. 45: 383-388.
[14]. Ezgi Aktar D., Anagun A.S., and Koksal G. (2010). Determination of optimal product styles by ordinal logistic regression versus conjoint analysis for kitchen faucets. International Journal of Industrial Ergonomics. 39: 866-875.
[۱۵]. بشیری، م.، کامران‌راد، ر. (۱۳۹۱). تخمین پارامتر برای بهبود شاخص‌های ارتباطی در مدل رگرسیون لجستیک باینری. مجله مدیریت تولید و عملیات اصفهان. ۲: ۶۷-۸۹.
[۱۶]. بشیری، م.، کامران‌راد، ر.، کریمی، ح. (۱۳۹۲). بهینه‌سازی متغیر پاسخ در مدل رگرسیون لجستیک باینری با استفاده از الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری. مجله مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شریف. ۲۸: ۷۹-۹۲.
[۱۷]. کامران‌راد، ر.، بشیری، م. (۱۳۹۳). تخمین همزمان سطوح چندپاسخی برای داده‌های طبقه‌بندی شده همبسته. پذیرفته شده در مجله مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شریف ۱۱: ۲۳-۳۶.
[18]. Yeh A.B., Huwang L. and Li Y.M. (2009). Profile monitoring for a binary response. IIE Transactions, 41: 931-941.
[19]. Kamranrad R and Bashiri M. (2015). A Novel approach in multi response optimization for correlated categorical data. 22: 1117-1129.
[20]. Kamranrad, R., Koosha, M., & Jalili, M. (2016). A new approach to fitness improvement in multi-correlated binary response model. International Journal of Productivity and Quality Management, 18(4), 499-517.
[21]. Hakimi, A., Amiri, A., & Kamranrad, R. (2017). Robust approaches for monitoring logistic regression profiles under outliers. International Journal of Quality & Reliability Management, 19(5), 239-251.
[22]. Foroutan, H., Amiri, A., & Kamranrad, R. (2018). Improving Phase I monitoring of Dirichlet regression profiles. International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, 25(06), 185-203.
[۲۳]. حکیمی، احمد.، امیری، امیرحسن.، کامران راد، رضا. (۲۰۱۸). توسعهٔ روشی استوار برای پایش پروفایل‌های لجستیک در فاز ۱ .مدیریت تولید و عملیات. ۹(۱)، ۱۰۷-۱۱۸.
[24]. Kamranrad, R and Gharegozloo, M. (2021). Developing new Methods to Monitor the Fuzzy Logistic Regression Profiles in Phase II (A case study in health-care). Journal of Industrial Engineering International.14(3), 125-139.
[25]. Li, J., Tsung, F., & Zou, C. (2014). Multivariate binomial/multinomial control chart. IIE Transactions, 46(5), 526-542.
[26]. Sharma, S. (1996). Applied multivariate techniques. University of South Calorina.
[27]. Shang Y., Tsung F. and Zou C. (2011). Phase-II profile monitoring with binary data and random predictors. Journal of Quality Technology, 43:196-208.
[28]. Saghaei A., Rezazadeh-Saghaei M., Noorossana R. and Dorri M. (2012). Phase II logistic profile monitoring. International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 23: 291-299.

[29]. Soleymanian M.E., Khedmati M. and Mahlooji H. (2013). Phase II monitoring of binary response profiles. Scientia Iranica E, 20: 2238-2246.
[30]. Kamranrad, R., Amiri, A., Niaki, S.T.A. (2019). "Phase-I monitoring of log-linear model-based processes (a case study in health care: Kidney patients)," Quality and Reliability Engineering International. 35(6), 1766-1788.
[31]. Lawrence, E., Sun, D., Izbicka, E., Mangold, G., Silvas, E., Windle, B., ... & Von Hoff, D. D. (1998). A human breast cancer model for the study of telomerase inhibitors based on a new biotinylated-primer extension assay. British journal of cancer, 80(9), 1332-1341.

[32]. Kieffer D., Bianchetti L., Poch O., Wicker N. (2012). Perfect samplingon 2×…× 2× K contingency tables with an application to SAGE data. Journal of Statistical Planning and Inference. 142: 896–901.
[33]. Radlet K., Jin J. and Pierce A. (1991). Risk-adjusted control charts for monitoring surgical performance by considering categorical covariates. Journal of Quality Technology, 21: 39-53.
[34]. Biswas A. (2004). Generating correlated ordinal categorical random samples. Statistics & Probability Letters. 70: 25–35.
[35]. Jiang Xu., Li Y. (2008). The relationship between organizational learning and firms' financial performance in strategic alliances: A contingency approach. Journal of World Business. 43:365–379.
[36]. Zhen X., Basawa I.V. (2009). Categorical time series models for contingency tables. Statistics and Probability Letters. 79: 1331-1336.
[37]. Ghoreishi, S.K., and Alijani, M. (2011). Dynamic association modeling in 2 × 2 contingency tables. Statistical Methodology, 8 (2): 242–255.
[38]. Kamranrad R and Bashiri M. (2014). A Novel approach in multi response optimization for correlated categorical data. 22: 1117-1129.
[39]. Subramanyam, K., & Rao M.B. (1989). Analysis of odds ratios in 2×n ordinal contingency tables. Multivariate Statistics and Probability, 27(1), 505-520.
[40]. Beh, E.J., & Davy, P.J. (1998). Theory & Methods: Partitioning Pearson's Chi-Squared Statistic for a Completely Ordered Three-Way Contingency Table. Australian & New Zealand Journal of Statistics, 40(4), 465-477.
[41]. Yamamoto, K., & Murakami, H. (2014). Model based on skew normal distribution for square contingency tables with ordinal categories. Computational Statistics & Data Analysis, 78, 135-140.

[42]. Amoutes Y., Gaus L. (2017). Phase I analysis for monitoring nonlinear profiles in manufacturing processes. Journal of Quality Technology 38:199–216.

[43]. Zafar, S. (2017). Non-iterative Estimation Methods for Ordinal Log-linear Models. Doctoral dissertation, The University of Newcastle.
[44]. Qiu, P. (2008). Distribution-Free multivariate process control based on log-linear modeling. IIE Transactions. 40: 664-677.
[45]. Li J., Zou C., Wang Z., Huwang L. (2013). A multivariate sign chart for monitoring process shape parameters. Journal of Quality Technology. 45: 149-165.
[46].Yashchin E. (2012). On detection of changes in categorical data. Quality Technology & Quantitative Management. 9: 79-96.

[47]. Li J., Tsung F., Zou C. (2012). Directional control schemes for multivariate categorical processes. Journal of Quality Technology. 44: 136-155.
[48]. Tsung F., Zou C. (2013). Statistical process control for multistage processes with binary outputs. IIE Transactions. 45: 1008- 1023.
[49]. Kamranrad, R., Amiri, A., & Niaki, S.T.A. (2017). New Approaches in Monitoring Multivariate Categorical Processes based on Contingency Tables in Phase II. Quality and Reliability Engineering International, 33(5), 1105-1129.
[50]. Kamranrad, R., Amiri, A., & Niaki, S.T.A. (2017). Phase II monitoring and diagnosing of multivariate categorical processes using generalized linear test-based control charts, Communications in Statistics-Simulation and Computation, 46(8), 5951-5980.
[51]. Stuart A. (1995). A test for homogeneity of the marginal distributions in a two-way classification. Biometrika, 42: 412-416.
[52]. Fotuhi, H., Amiri, A., & Taheriyoun, A. R. (2021). Phase II monitoring of autocorrelated attributed social networks based on generalized estimating equations. Communications in Statistics-Simulation and Computation, 29(4), 1-19.
[53]. Agresti A. (2007). An introduction to categorical date analysis, 2nd edition, John Wiley & Sons.
[54]. Bai, G., Wang, Y.P., Armenante, M. (2011) "Velocity profiles and shear strain rate variability in the USP Dissolution Testing Apparatus 2 at Different Impeller Agitation Speeds," International Journal of Pharmaceutics. Vol. 403, pp. 1–14.
[55]. Wang, Y., Snee, R.D., Keyvan, G., Muzzio, F.J. (2016). "Statistical comparison of dissolution profiles," Drug Development and Industrial Pharmacy. 42(5), pp. 796–807.
[56]. Anand, O.M., Lawrence, X.Y., Conner, D.P., Davit, B.M. (2011). "Dissolution testing for generic drugs: an FDA perspective." The AAPS journal. 13(3), pp. 328-337.
[57]. Zhang, X., Duan, J., Kesisoglou, F., Novakovic, J., Amidon, G.L, Jamei, M., Lionberger, R. (2017). "Mechanistic oral absorption modeling and simulation for formulation development and bioequivalence evaluation: report of an FDA public workshop," CPT: pharmacometrics & systems pharmacology. 6(8), pp. 492-495.
[58]. Gray, V.A., Cole, E., Toma, J.M.R, Ghidorsi, L, Guo, J.H., Han, J.H., Langdon, T. (2014). "Use of enzymes in the dissolution testing of gelatin capsules and gelatin-coated tablets--revisions to Dissolution< 711> and Disintegration and Dissolution of Dietary Supplements< 2040." Dissolution Technologies. 21(4). 6-20.
[59]. Martin, G.P., Gray, V.A. (2011). "Overview of Dissolution Instrument Qualification, Including Common Pitfalls," Dissolution Technologies. 18(1), 6-10.
[60]. Qureshi, S.A. (2004). "A new crescent-shaped spindle for drug dissolution testing-but why a new spindle?." Dissolution Technologies. 11(1), 13-21.
[61]. Pezzini, B.R., Issa, M.G., Duque, M.D., Ferraz, H.G. (2015). "Applications of USP apparatus 3 in assessing the in vitro release of solid oral dosage forms," Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. 51, 265-272.
[62]. Zhao, X., Liang, J., & Dang, C. (2018). A stratified sampling based clustering algorithm for large-scale data. Knowledge-Based Systems, 163, 416-428.

مقالات استخراج شده

Hakimi, A., Farughi, H., Amiri, A., & Arkat, J. (2022). Data Consumption Analysis by Two Ordinal Multivariate Control Charts. International Journal of Engineering, (Articles in Press).

Hakimi, A., Farughi, H., Amiri, A., & Arkat, J. (2021). Phase II Monitoring of the Ordinal Multivariate Categorical Processes. Advances in Industrial Engineering, 55(3), 249-267.

Hakimi, A., Farughi, H., Amiri, A., & Arkat, J. (2019). New phase II control chart for monitoring ordinal contingency table based processes. Journal of Industrial and Systems Engineering, 12(Statistical Processes and Statistical Modeling).

Amiri, A., Hakimi, A., Farughi, H., & Arkat, J. (2022). Phase I Monitoring of Multivariate Ordinal based Processes: The MR and LRT Approaches (A real case study in drug dissolution process). International Journal of Industrial Engineering and Production Research, 33(1).

University of Kurdistan

Abstract

Today, in many statistical process monitoring applications, variables are used that, in addition to focusing on the distribution of variables, the existence of a significant correlation between them is also considered. In these applications, there are several processes are defined as quantitative and qualitative multivariate. So far, various researches in the field of quantitative multivariate process monitoring have been presented considering different conditions for the process. But what has received less attention from researchers is the monitoring of qualitative multivariate processes with classified characteristics. It is noted that, various researches in the field of nominal multivariate process monitoring have been conducted. In this research, some schemes have been presented to monitor the multivariate categorical processes based on ordinal contingency tables in both Phases I and II. To this aim, first, the Phase I monitoring has been done. In this Phase, two statistics including MR and standard likelihood ratio test are developed to monitor the ordinal log-linear model based processes in terms of power criterion. Note that, to impose shift in parameters, three types including step shifts, drifts and with presence of outlier are considered. In addition, in Phase I monitoring, the log-linear model parameters are unknown and should be estimated. In this research, Newton-Raphson alonge with Beh algorithms are used to estimate the intercept, individual effects and interactions, respectively. Simulations results show that the MR control chart has better performance than another scheme to detect the out-of-control condition under small and moderate shifts in all ordinal log-linear model parameters. In addition, to show the efficiency of the proposed schemes in real word, a real case study in pharmaceutical industry during six months has been used.
In this research, three statistics including MR, MG-p and multivariate ordinal-normal are proposed to monitor the multivariate processes based on ordinal contingency table in Phase II. Results from simulation studies show that MR control chart outperform the MG-p chart in detecting out-of-control condition under small and moderate shifts in log-linear model parameters in terms of average run length. In addition, the multivariate ordinal-normal control chart has better performance than MG-p in different small and moderate shifts in model parameters. Furthuremore, to show the efficiency of the proposed schemes in real area, two numerical examples in telecommunication industry and health-care systems are considered. The results of this section also confirm the results of the simulations.

Keywords: Statistical process monitoring, contingency table, ordinal log-linear model, control chart.

University of Kurdistan
Faculty of Engineering
Department of Industrial Engineering

A Thesis Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements
Ph.D. in Industrial Engineering

Title:
Developing Methods for Monitoring the Multivariate Ordinal Categorical Processes

By:
Ahmad Hakimi

The above thesis was evaluated and approved by the following members of the thesis committee with mark 19.7 and excellent quality on July 11, 2022.

	Position	Title and Name	Signature
1.	Supervisor:	Assoc. Prof. Hiwa Farughi	
2.	Advisor 1:	Prof. Amirhossein Amiri	
3.	Advisor 2:	Prof. Jamal Arkat	
4.	External Examiner 1:	Assoc. Prof. Ali Salmasnia	
5.	External Examiner 2:	Assist. Prof. Amir-Mohammad Golmohammadi	
6.	Internal Examiner:	Assoc. Prof. Mahmoud Shahrokhi	

Head of Department:

Faculty Graduate Coordinator:

University of Kurdistan
Faculty of Engineering
Department of Industrial Engineering

A Thesis Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements Ph.D. in Industrial Engineering

Title:
Developing Methods for Monitoring the Multivariate Ordinal Categorical Processes

By:
Ahmad Hakimi

Supervisor:
Dr. Hiwa Farughi

Advisor:
Dr. Jamal Arkat & Dr. Amirhossein Amiri

July, 2022

University of Kurdistan
Faculty of Engineering
Department of Industrial Engineering

A Thesis Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements Ph.D. in Industrial Engineering

Title:
Developing Methods for Monitoring the Multivariate Ordinal Categorical Processes

By:
Ahmad Hakimi

Supervisor:
Dr. Hiwa Farughi

Advisor:
Dr. Jamal Arkat & Dr. Amirhossein Amiri

July, 2022