

پیش‌بینی رضایت کاربران پایگاه اطلاعات علمی با
استفاده از شبکه عصبی مصنوعی
و مدل «ای‌کوآل»: مطالعه موردی پایگاه اطلاعات علمی
ایران (سامانه گنج)

سمیه فتاحی*

آرمان ساجدی نژاد**

حمید حسنی***

عباس صادقی پوریانی****

چکیده

ارزیابی کیفیت خدمات سیستم‌های مبتنی بر وب، به ویژه سرویس‌های کاوش در وب، امری مهم برای بهبود کیفیت خدمات است. ارزیابی رضایت کاربران از موتورهای کاوش در یک سیستم اطلاعات علمی باعث می‌شود که مدیران این سیستم‌ها تصمیم‌گیری نظام‌مند و منسجمی را با شناسایی سطح رضایت کاربران خود انجام دهند. ارزیابی سامانه گنج پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران با برخورداری از ۹۵۰ هزار مدرک علمی که امکان جستجو برای پژوهشگران را در پایان‌نامه‌ها، نشریات علمی داخلی، مقالات، همایش‌ها، طرح‌های پژوهشی و گزارشات دولتی فراهم می‌کند، به منظور رفع موانع احتمالی تعامل کاربران با سامانه یک ضرورت است. در این پژوهش با استفاده از مدل ای‌کوآل^۱ شاخص‌هایی برای ارزیابی سامانه گنج استخراج و براساس نظر خبرگان به روش دلفی، بومی‌سازی انجام شد. پس از تعیین شاخص‌ها، سوالات پرسشنامه به صورت برخط توسط ۶۵۴ کاربر سامانه گنج پاسخ داده شد و با استفاده از شبکه عصبی پس انتشار^۲، پاسخ‌های پرسشنامه مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که با دقت ۰/۹۷ شبکه عصبی طراحی شده می‌تواند رضایت کاربران را پیش‌بینی نماید.

کلیدواژه‌ها: پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج)، رضایت کاربر، مدل ای‌کوآل، شبکه عصبی

۱. مقدمه

در دنیای امروز، محققان از موتورهای کاوش به عنوان درگاه دسترسی به منابع بزرگ اطلاعات بهره می‌گیرند. با توجه به توسعه و به‌کارگیری آن‌ها توسط پژوهشگران، یکی از دغدغه‌های طراحان موتورهای کاوش توجه به کیفیت، کارایی، اثربخشی آن‌ها، جلب رضایت کاربران و ارائه خدمات متناسب با نیاز کاربران است. در سال‌های اخیر با افزایش تولیدات علمی محققان کشور و ثبت تولیدات علمی در سامانه‌های داخلی، توجه به نیازهای کاوشگران در سامانه‌های علمی ضرورت بیشتری یافته است. ارزیابی مبتنی بر شاخص‌های بومی پایگاه‌های علمی به عنوان یکی از مباحث مطرح و با اهمیت در حوزه بازیابی اطلاعات شناخته شده است (شعله و دیگران ۱۳۹۵).

* استادیار پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایراندک) Fatahi@irandoc.ac.ir

** استادیار پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایراندک) Sajedinejad@irandoc.ac.ir

*** دانشجوی دکتری پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایراندک) Hasani@students.irandoc.ac.ir

**** دانشجوی دکتری پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایراندک) Sadeghi@students.irandoc.ac.ir

^۱ - eQUAL

^۲ back propagation neural network

پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج)، پایگاهی با امکان کاوش برای همه‌ی پژوهشگران و دانشجویان در پایان‌نامه‌ها، رساله‌ها، نشریات علمی داخلی، مقالات همایش‌ها، طرح‌های پژوهشی و گزارشات دولتی است. این پایگاه هم‌اکنون مرجع بسیاری از پژوهشگران ایران و کشورهای فارسی زبان است و روزانه بیش از ده هزار کاربر، ده‌ها هزار جست‌وجو در آن انجام می‌دهند. ارزیابی سامانه «گنج» با هدف درک نیازهای کاربران سامانه برای اصلاح یا بهبود کاستی‌های احتمالی، قدرت تعامل کاربران با سامانه را افزایش داده و ماندگاری کاربر در استفاده از سامانه را بیشتر، یافتن اسناد مرتبط را آسان‌تر و احتمال کاوش بی‌هدف در سامانه یا رها کردن کاوش را کاهش خواهد داد.

قابل توجه است که روش‌های گوناگونی جهت ارزیابی موتورهای کاوش وجود دارند که روش‌های ارزیابی انسانی موتورهای کاوش در مقابل روش‌های ارزیابی خودکار زمان‌بر و هزینه‌بر است اما از دقت بالاتری برخوردار است (شعله و دیگران ۱۳۹۵). در بسیاری از موارد، برای ارزیابی پایگاه‌های اینترنتی از پرسشنامه استفاده می‌شود (Ziemba et al. 2016). در این پژوهش از پرسشنامه بومی‌سازی شده ایکوآل و شبکه عصبی برای سنجش میزان رضایت کاربران استفاده شده است.

۲. مرور ادبیات

۲-۱. ارزیابی کیفیت پایگاه‌های اینترنتی

ارزیابی کیفیت پایگاه‌های اینترنتی به منظور طراحی مجدد یا اصلاح در اجزا آن‌ها به ویژه رابط کاربری موضوع مهمی است. برای ارزیابی معیارهای متفاوتی پیشنهاد شده است، یکی از پیشنهادها معیارهای ۴ گانه: کیفیت محتوا، کیفیت طراحی، کیفیت سازمان و کیفیت کاربر پسند است (Hasan and Abuelrub, 2011). یکی از روش‌های ارزیابی، استفاده از مدل‌های کیفیت خدمات موجود است که در آن مدل ای‌کوال مورد استفاده قرار گرفته است (Barnes and Vidgen, 2005). در این پژوهش، تمرکز بر ارزیابی مبتنی بر رضایت کاربر با هدف استفاده از آن برای پایگاه اطلاعات علمی بر اساس مدل ای‌کوال می‌باشد. ای‌کوال (با نام قبلی وب‌کوال) در ابتدا به عنوان یک ابزار برای ارزیابی ادراک کاربران از کیفیت پایگاه‌های اینترنتی تجارت الکترونیک بکار گرفته شد (Barnes and Vidgen, 2005). روش ای‌کوال مبتنی بر استقرار تابع کیفیت (QFD) است که یک فرآیند ساختار یافته می‌باشد و از نظر کاربران در مورد کیفیت محصول در فرایند تولید آن استفاده می‌کند (Wątróbski et al. 2016). روش ای‌کوال برای ارزیابی، تجارت الکترونیک، دانشگاه و پایگاه‌های اینترنتی WAP مورد استفاده قرار گرفته است (Barnes, Liu, and Vidgen, 2001; Barnes and Vidgen, 2000; Ziemba et al. 2016; Barnes and Vidgen, 2003, 2005b, 2005a). روش ای‌کوال از سال ۱۹۹۸ در حال توسعه است و چند مرحله را تجربه کرده است.

در این پژوهش از پرسشنامه مبتنی بر مدل ای‌کوال جهت ارزیابی کیفیت پایگاه اطلاعات علمی ایران (سامانه گنج) استفاده می‌شود. همچنین از شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار پراستفاده جهت پیش‌بینی رضایت کاربران استفاده می‌شود.

۲-۲. شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی یک روش محاسباتی است که از سیستم عصبی مغز انسان الهام گرفته شده است. شبکه عصبی مصنوعی ابزارهای جدیدی در هوش مصنوعی است که در پیش‌بینی، بهینه‌سازی، تشخیص الگو، مدل‌سازی، و حل توابع غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناسایی سیستم، مدیریت و شبیه‌سازی بسیار مناسب است. از جمله مزایای شبکه عصبی می‌توان به طراحی تطبیقی و موازی آن، نیاز کم به ویژگی‌های گسترده مسأله و غیره اشاره کرد (Jimenez-)

(Martinez and Alfaro-Ponce, 2019; Dozić and Urošević, 2019). همه این ویژگی‌ها به دلیل ساختار لایه‌ای از نرون‌ها می‌باشد (Canakci, Varol and Ozsahin, 2015). در طراحی شبکه عصبی نرون‌ها در لایه‌های مختلفی قرار می‌گیرند. در لایه اول، لایه ورودی^۳، ورودی‌های شبکه مشخص می‌شوند؛ لایه آخر، لایه خروجی^۴، مقادیر خروجی شبکه را نشان می‌دهد. در بین این دو لایه، لایه‌های دیگری قرار می‌گیرند که تحت عنوان لایه‌های مخفی^۵ هستند (Géron, 2017; Rojas, 1996).

۳. روش شناسی و تحلیل

پرسشنامه «ای کوال»، پرسشنامه‌ای به زبان انگلیسی است و با اینکه در پژوهش‌های گوناگون به زبان فارسی ترجمه شده است، اما همچنان یک‌دستی در ترجمه‌ها دیده نمی‌شود. از این‌رو، در این پژوهش، باتوجه به ترجمه‌های متفاوت این پرسشنامه به زبان فارسی و نیز بهبود کیفیت آن برای سامانه گنج، بومی‌سازی انجام شد. بدین منظور پیش از شروع فرآیند ارزیابی، باتوجه به گستردگی و تعداد زیاد پرسش‌های مدل ای کوال و به منظور تعیین ابعاد مهمتر رضایت کاربران گنج لازم بود بر روی پرسش‌ها و ابعاد غربال اولیه صورت گیرد. بدین منظور از روش دلفی استفاده شد. براساس ویژگی پژوهش، سعی شد از افراد خبره‌ای که در ارتباط با سامانه گنج هستند، جهت انجام روش دلفی کمک گرفته شود. پس از یک مرحله دلفی، پالایش نظرات خبرگان، در یک مرحله دیگر دلفی اجرا شد تا گویه‌هایی که برای کاربران سامانه گنج نامفهوم هستند و ممکن است لزوماً در ارتباط مستقیم با سامانه گنج نباشند، حذف شوند. نهایتاً یک نسخه بومی‌سازی شده از پرسشنامه تعیین رضایت کاربران سامانه گنج براساس مدل ای کوال فراهم شد و در اختیار کاربران قرار گرفت. در ادامه پژوهش از شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی میزان رضایت کلی کاربران با استفاده شد و پارامترهای شبکه محاسبه گردید.

۳-۱. گردآوری داده

۳-۱-۱. پرسشنامه مورد استفاده

در این پژوهش پخش پرسشنامه و گردآوری داده‌ها برخط بود. برای این کار سامانه‌ای فراهم شد که کاربران در صفحه نخست سامانه «گنج» یک پرسش را می‌دیدند که میزان رضایت کلی آنان را از سامانه «گنج» مورد سنجش قرار می‌داد. کاربران با کلیک بر روی گزینه «پرسش‌های بیشتر» به برگ پرسش‌نامه رضایت کاربران «گنج» به منظور پاسخ‌دهی هدایت می‌شدند. نسخه اصلاح شده پرسشنامه به کار رفته در سامانه گنج در جدول ۱ ارائه شده است. تعداد واقعی پاسخ دهندگان به پرسشنامه در دوره زمانی که بصورت برخط در سامانه قرار داده شد، یعنی بازه ۱۳ آبان ۱۳۹۷ تا ۲۲ خرداد ۱۳۹۸، تعداد ۶۵۴ نفر بوده است.

جدول ۱- نسخه اصلاح شده پرسشنامه ای کوال

ابعاد	ردیف	گویه‌ها
کاربرد پذیری	۱	به آسانی می‌توانم نحوه کارکردن با سامانه گنج را یاد بگیرم
	۲	تعاملم با سامانه گنج راحت است
	۳	سامانه گنج ظاهر جذابی دارد

^۳ - Input layer

^۴ - Output layer

^۵ - Hidden layers

نتایج جستجوی سامانه گنج، صحیح و دقیق است	۴	اطلاعات
نتایج جستجوی سامانه گنج، به روز است	۵	
سامانه گنج، نتایج جستجوی مرتبط را فراهم می کند	۶	
جزئیات نتایج جستجوی سامانه گنج مناسب است	۷	
احساس می کنم سامانه گنج برای من طراحی شده است	۸	تعامل سرویس

۲-۱-۳. مجموعه داده

شکل ۲ نمونه‌هایی از مجموعه داده مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، این مجموعه داده تعداد ۹ ویژگی دارد که ویژگی آخر مربوط به رضایت کلی کاربر از سامانه گنج می‌باشد (ویژگی کلاس در پیاده‌سازی شبکه عصبی باناظر). هشت ویژگی اول هم به‌عنوان سؤالات به‌دست آمده از مدل ایکوال هستند. در مجموع کاربر باید به تمامی این ۹ سؤال پاسخ می‌داد. پاسخ سؤالات عددی بین ۱ تا ۷ بود که ۱ به معنای خیلی کم و ۷ به معنای خیلی زیاد بوده است.

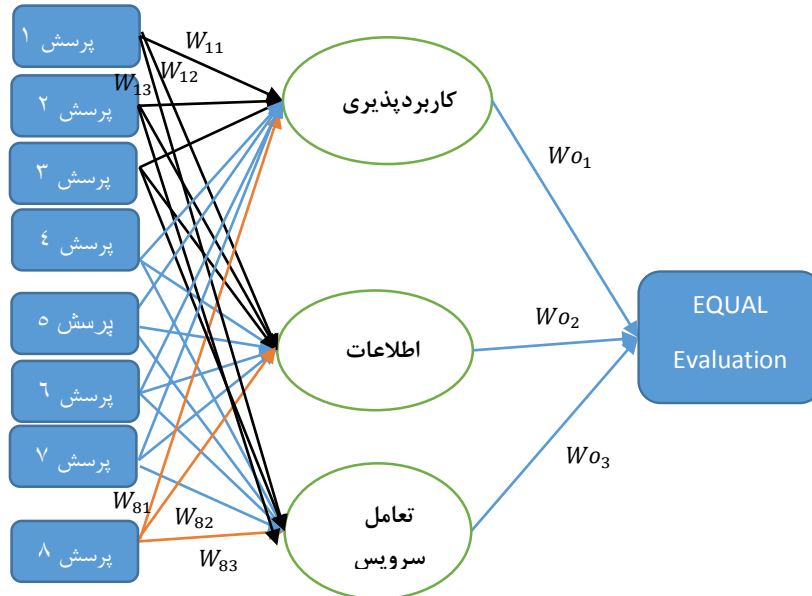
	کاربر گرامی، روی هم رفته از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) چه اندازه رضایت دارید؟	احساس می‌کنم سامانه گنج برای من طراحی شده است	جزئیات نتایج جستجوی سامانه گنج مناسب است	سامانه گنج، نتایج جستجوی مرتبط را فراهم می‌کند	نتایج جستجوی سامانه گنج، به‌روز است	نتایج جستجوی سامانه گنج، صحیح و دقیق است	سامانه گنج ظاهر جذابی دارد	تعامل با سامانه گنج راحت است	به آسانی می‌توانم نحوه کارکردن با سامانه گنج را یاد بگیرم
1									
2	بسیار زیاد	6	7	7	6	5	7	6	7
3	بسیار زیاد	5	6	5	7	7	6	7	7
4	زیاد	5	6	6	6	6	5	7	7
5	بسیار زیاد	7	6	5	5	5	7	7	7
6	زیاد	5	4	5	5	5	5	6	6
7	زیاد	2	6	5	5	5	6	7	7
8	زیاد	3	6	2	3	4	7	7	5
9	زیاد	7	3	3	3	3	4	6	6
10	زیاد	0	7	7	6	6	6	6	7
11	زیاد	5	5	4	4	6	5	5	5
12	بسیار زیاد	7	6	6	5	6	7	6	6
13	زیاد	6	6	5	6	6	6	5	5

شکل ۱- نمونه‌هایی از مجموعه داده مورد استفاده در این پژوهش

۲-۲. یافته‌های ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی

در این تحقیق سوال نهایی پرسشنامه، رضایت کلی پاسخ دهندگان از سامانه گنج بود. بر اساس بعدهای پرسش‌نامه شبکه عصبی پس انتشار خطا مطابق با شکل ۲ طراحی شده است. در این پژوهش از شبکه عصبی به‌عنوان یک کلاس بند^۶ استفاده می‌شود که میزان رضایت کاربر از سامانه گنج را می‌تواند پیش‌بینی کند. در مدل شبکه عصبی از شبکه پس انتشار سه لایه با یک لایه مخفی استفاده شد.

^۶ - Classifier



شکل ۲- شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده در این پژوهش

پس از پیاده‌سازی شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار خطا با پارامترهای ورودی مختلف در آزمایشات گوناگون بهترین گزینه در آزمایشی بدست آمد که اطلاعات آن در جدول ۲ ارائه شده است. به عبارتی دیگر بعد از ۱۰۰۰۰ تکرار که شبکه عصبی با مجموعه‌داده‌های آموزش اجرا می‌شود، به دقت ۰/۹۷ دست پیدا می‌کند که نشان می‌دهد شبکه عصبی برای این مسأله با عملکردی مناسب پیاده‌سازی شده است.

جدول ۲- شاخص‌های بهترین عملکرد شبکه عصبی پس انتشار خطا

تعداد تکرار	بازه وزن‌های آغازین	ضریب	تابع فعال‌ساز در لایه مخفی و لایه خروجی	میانگین مربعات خطا در داده‌های آموزشی	میانگین مربعات خطا در داده‌های تستی
۱۰۰۰۰	(۰, ۱)	۰/۵	Sigmoid	۰/۰۳۳	۰/۰۳۶

جدول ۳ مقادیر وزن‌های نهایی بعد از ۱۰۰۰۰ تکرار برای بهترین آزمایش (جدول ۲) را نشان می‌دهد.

جدول ۳- وزن‌های نهایی به‌دست آمده در بهترین آزمایش

پارامترهای لایه مخفی						پارامترهای لایه خروجی	
W1		W2		W3		Wo	
W11	۲/۲۵	W12	-۰/۵۷	W13	-۰/۲۴	Wo1	۱/۸۶
W21	-۴/۳۹	W22	-۱/۸۹	W23	۴/۸۲	Wo2	۴/۵۴
W31	-۵/۵۸	W32	۳/۶۰	W33	۰/۱۴	Wo3	۲/۱۴
W41	-۲/۷۹	W42	-۲/۰۶	W43	۰/۰۰		

W51	۱/۳۰	W52	۱/۰۴	W53	-۰/۹۰		
W61	-۴/۱۴	W62	۴/۵۲	W63	-۱/۹۶		
W71	۱/۴۸	W72	-۱/۵۶	W73	۲/۵۸		
W81	-۱/۲۴	W82	۰/۸۶	W83	۱/۴۵		
biasH1	۳/۱۸	biasH2	-۵/۱۹	biasH3	-۴/۳۹	Bias ₀	-۰/۲۴

جدول ۴ بازه کلاس‌های مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد که شامل ۵ کلاس از مقیاس خیلی کم تا خیلی زیاد می‌باشد.

جدول ۴- بازه کلاس‌ها

[۰ -۰/۱۲۵)	[۰/۱۲۵ -۰/۳۷۵)	[۰/۳۷۵ -۰/۶۲۵)	[۰/۶۲۵ -۰/۸۷۵)	[۰/۸۷۵ -۱]	بازه
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	کلاس مورد نظر

به‌عنوان مثال برای یک نمونه جدید اگر پاسخ فرد در یک طیف ۷ گزینه ای به سوالات برابر (۶,۶,۵,۵,۵,۴,۵) باشد، پس از نرمال شدن پاسخ به صورت (۰/۸۳, ۰/۸۳, ۰/۶۶, ۰/۶۶, ۰/۶۶, ۰/۵, ۰/۶۶) خواهد بود و بر اساس پارامترهای شبکه عصبی پیاده‌سازی شده، مقدار eQUAL برابر ۰/۷۴ به دست می‌آید که جدول ۴، نشان می‌دهد میزان رضایت کاربر زیاد ارزیابی شده است.

۴- نتیجه‌گیری و جهت‌دهی تحقیقات آینده

در این پژوهش به منظور ارزیابی رضایت کاربران از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج)، از مدل ایکوال و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرده‌ایم. بدین صورت که در ابتدا با بومی‌سازی پرسشنامه ایکوال و اصلاح آن برای استفاده در ارزیابی سامانه گنج با استفاده از نظر خبرگان، اقدام به جمع‌آوری داده نمودیم. به منظور تحلیل داده‌های بدست آمده از شبکه عصبی مصنوعی و مشخصاً شبکه عصبی پس انتشار خطا استفاده کردیم و با پیاده‌سازی آن و انجام آزمایشات مختلف نتایج مختلفی بدست آمد. در این تحقیق از شبکه عصبی به‌عنوان یک کلاس‌بند استفاده شده است به طوری که با دریافت داده از کاربران جدید، می‌توان میزان رضایت آن‌ها را از سامانه گنج پیش‌بینی کرد. نتایج دیگری که از تحلیل این داده‌ها و با پیاده‌سازی روش‌های مختلفی مانند روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، معادلات ساختاری و غیره می‌توان به دست آورد این است که چه ابعادی از سامانه گنج تأثیر بیشتری بر رضایت کاربر خواهد داشت و به مسئولین این سامانه در جهت بهبود آن شاخص‌ها، کمک کند.

فهرست منابع

- [1] شعله، فرزانه؛ عظیم زاده، معصومه؛ یدالهی، محمدمهدی؛ میرزایی، اکبر؛ فرهودی، مژگان. ارزیابی خودکار جویشرگه‌های متنی مبتنی بر تجمیع آرا در حوزه وب فارسی. دومین کنفرانس بین‌المللی وب پژوهی (۱۳۹۵).
- [2] Barnes, S. J., & Vidgen, R. (2003). Measuring web site quality improvements: a case study of the forum on strategic management knowledge exchange. *Industrial management & Data systems*, 103(5), 297-309.
- [3] Barnes, S. J., & Vidgen, R. T. (2005). Data triangulation in action: using comment analysis to refine web quality metrics. *ECIS 2005 Proceedings*, 24.

- [4] Barnes, S. J., Liu, K., & Vidgen, R. T. (2001). Evaluating WAP news sites: the WebQual/m approach. *ECIS 2001 Proceedings*, 17.
- [5] Barnes, S., & Vidgen, R. (2000). WebQual: an exploration of website quality. *ECIS 2000 Proceedings*, 74.
- [6] Canakci, A., Varol, T., & Ozsahin, S. (2015). Artificial neural network to predict the effect of heat treatment, reinforcement size, and volume fraction on AlCuMg alloy matrix composite properties fabricated by stir casting method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 78(1-4), 305-317.
- [7] Đozić, D. J., & Urošević, B. D. G. (2019). Application of artificial neural networks for testing long-term energy policy targets. *Energy*, 174, 488-496.
- [8] Géron, A. (2017). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*. " O'Reilly Media, Inc."
- [9] Hasan, L., & Abuelrub, E. (2011). Assessing the quality of web sites. *Applied Computing and Informatics*, 9(1), 11-29.
- [10] Jimenez-Martinez, M., & Alfaro-Ponce, M. (2019). Fatigue damage effect approach by artificial neural network. *International Journal of Fatigue*, 124, 42-47.
- [11] Rojas, R. (1996). The backpropagation algorithm. In *Neural networks*. Springer, Berlin, Heidelberg. 149-182.
- [12] Wątróbski, J., Ziemba, P., Jankowski, J., & Wolski, W. (2016, September). PEQUAL-E-commerce websites quality evaluation methodology. In *2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* (pp. 1317-1327). IEEE.
- [13] Ziemba, P., Wątróbski, J., Jankowski, J., & Wolski, W. (2016). Construction and restructuring of the knowledge repository of website evaluation methods. In *Information Technology for Management* (pp. 29-52). Springer, Cham.